

## Trabajo Fin de Máster

# Análisis del impacto ambiental de luminarias estancas LED frente a luminarias con fluorescentes

Autor

Rafael Tobajas Alonso

Director

Carlos Javierre Lardiés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)  
2013

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de todos y cada uno de mis propósitos.

A mis compañeros del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza, y en especial a Carlos, Daniel, Víctor, Isaac, Adrián y Patricia, porque sin ellos este trabajo nunca hubiera visto la luz, y porque las horas de trabajo fueron más amenas que nunca.

Al departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza y en especial a Carlos Javierre, por ofrecerme la oportunidad de realizar este proyecto y aprender de ellos.

Gracias.



# Análisis del impacto ambiental de luminarias estancas LED frente a luminarias con fluorescentes

## RESUMEN

Este Trabajo Fin de Máster " Análisis del impacto ambiental de luminarias estancas LED frente a luminarias con fluorescentes ", realizado dentro del Máster de Sistemas Mecánicos, es fruto del trabajo realizado a lo largo de 10 meses en el Área de Ingeniería Mecánica, del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura, bajo la dirección del Dr. Carlos Javierre Lardiés.

El objetivo de este proyecto ha sido la valoración del impacto ambiental generado por varios modelos diferentes de luminarias fabricadas por la empresa ZALUX teniendo en cuenta todos y cada uno de los factores que influyen en dicho impacto, pero haciendo especial hincapié sobre todo relacionado con aquellas decisiones de diseño donde intervienen un ingeniero mecánico.

Para ello ha sido preciso efectuar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sobre el diseño mecánico tres modelos diferentes de luminarias (Nextrema I, Oleveon 228 y Alhama 236) lo que ha permitido analizar la influencia de éste sobre el impacto ambiental. Para ello se ha realizado un inventario de componentes, analizado sus funciones y uniones y recopilando información sobre cada uno de los materiales, procesos de fabricación y/o montaje y transportes necesarios para obtener el producto final.

El impacto ambiental se ha calculado para ambas generaciones mediante dos herramientas informáticas: SimaPro y ECOTOOL. Para completar el análisis ambiental, se han llevado a cabo análisis por componentes, cálculo mediante varias metodologías de evaluación ambiental, análisis de sensibilidad y distintos escenarios de fin de vida. También se ha realizado una ampliación del ACV para dichos modelos, incluyendo el impacto del consumo eléctrico. Para finalizar, se ha realizado una comparación de los resultados obtenidos entre cada uno de los modelos.





# INDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN:</b>	<b>9</b>
1.1.- INTRODUCCIÓN AL PROYECTO:	9
1.2.- INTRODUCCIÓN AL ECODISEÑO:	9
1.3.- INTRODUCCIÓN A LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN ESTANCOS:	11
1.3.1.- <i>Sistemas de iluminación fluorescentes:</i>	11
1.3.2.- <i>Sistemas de iluminación LED:</i>	14
1.3.3.- <i>Sistemas de iluminación estancos:</i>	15
<b>2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO Y TAREAS REALIZADAS</b>	<b>17</b>
2.1.- OBJETIVOS DEL PROYECTO	17
2.2.- TAREAS REALIZADAS	18
<b>3.- METODOLOGIA</b>	<b>20</b>
3.1.- ACV	20
3.1.1.- <i>Concepto de ciclo de vida</i>	20
3.1.2.- <i>Definición del ACV</i>	21
3.1.3.- <i>Concepto de conjunto, subconjunto y piezas:</i>	21
3.2.- ALCANCE	23
3.2.1.- <i>Unidades funcionales. Descripción y justificación de las pantallas seleccionadas</i>	23
3.2.2.- <i>Simplificaciones del estudio y límites del sistema</i>	26
3.3.- METODO DE CÁLCULO	27
3.4.- SOFTWARE UTILIZADO	27
3.4.1.- <i>Simapro</i>	27
3.4.2.- <i>EcoTool</i>	29
<b>4.- CALCULO DE IMPACTOS EN LUMINARIAS</b>	<b>31</b>
4.1.- LUMINARIA OLEVEON	31
4.1.1.- <i>Descripción del producto</i>	31
4.1.2.- <i>Cálculo con EcoTOOL</i>	33
4.1.3.- <i>Calculo con Simapro</i>	33
4.1.4.- <i>Conclusiones</i>	33
4.2.- LUMINARIA ALHAMA	37

4.2.1.- Descripción del producto.....	37
4.2.3.- Cálculo con EcoTOOL.....	38
4.2.4.- Calculo con Simapro .....	39
5.2.7.- Conclusiones.....	39
4.3.- LUMINARIA NEXTREMA .....	44
4.3.1.- Descripción del producto.....	44
4.3.2.- Cálculo con EcoTOOL.....	45
4.3.3.- Calculo con Simapro .....	45
4.3.4.- Conclusiones.....	46
<b>5.- OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO .....</b>	<b>48</b>
5.1.- CONSIDERACIÓN DE USO.....	48
5.2.- CONSIDERACIÓN DE TRANSPORTE .....	51
5.3.- OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	55
5.4.- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES.....	58
<b>6.- DISCUSIÓN Y COMPARATIVA .....</b>	<b>59</b>
<b>7.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>64</b>
7.1.- CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE CICLOS DE VIDA .....	64
7.2.- CONCLUSIONES DEL TRABAJO FIN DE MASTER.....	67
<b>8.- BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>71</b>

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: ESQUEMA DE UNA LÁMPARA FLUORESCENTE .....	12
FIGURA 2: ESQUEMA EXPLICATIVO SOBRE CONJUNTOS, SUBCONJUNTOS Y PIEZAS .....	22
FIGURA 3: ESQUEMA DE LUMINARIAS ESTUDIADAS EN ESTE TRABAJO .....	25
FIGURA 4: PORTADA SOFTWARE SIMAPRO .....	28
FIGURA 5: PORTADA SOFTWARE ECO TOOL .....	29
FIGURA 6: FOTOGRAFÍA DE UN MODELO OLEVEON-ALHAMA .....	31
FIGURA 7: TABLA DE ELEMENTOS MÁS IMPACTANTES DE LA LUMINARIA OLEVEON .....	34
FIGURA 8: GRÁFICA DE COMPARACIÓN ENTRE EL IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES MATERIALES	35
FIGURA 9: GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	36
FIGURA 10: FOTOGRAFÍA DE UN MODELO OLEVEON-ALHAMA .....	37
FIGURA 11: TABLA DE ELEMENTOS MÁS IMPACTANTES DE LA LUMINARIA ALHAMA.....	40
FIGURA 12: GRÁFICA DE COMPARACIÓN ENTRE EL IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES MATERIALES .....	41
FIGURA 13: GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	42
FIGURA 14: GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA....	43
FIGURA 15: FOTOGRAFÍA DEL MODELO NEXTREMA .....	44
FIGURA 16 TABLA DE ELEMENTOS MÁS IMPACTANTES DE LA LUMINARIA NEXTREMA.....	46
FIGURA 17: GRÁFICA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	47
FIGURA 18: ESCENARIOS DE PRUEBAS DE CONSUMO .....	48
FIGURA 19: RESULTADOS DE LOS CONSUMOS MEDIDOS EN WATIOS (W) .....	49
FIGURA 20: VOLUMEN DE VENTAS MUNDIALES DE LUMINARIAS ESTANCAS .....	52
FIGURA 21: PORCENTAJE DE VENTAS DE LUMINARIAS ESTANCAS .....	52
FIGURA 22: MAPA DE RECORRIDOS DE DISTRIBUCIÓN .....	54
FIGURA 23: MAQUINA DE INYECCIÓN MEDIDA .....	56
FIGURA 24: MÁQUINA DE TERMOCONFORMADO MEDIDA.....	57
FIGURA 25: EJEMPLO DE CONFIGURACIÓN DE LA BASE DE DATOS PROPIA .....	59
FIGURA 26: IMPACTO DE COMPONENTES MECÁNICOS DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS.....	60
FIGURA 27: HUELLA DE CARBONO DE COMPONENTES MECÁNICOS DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS .....	60
FIGURA 28: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA SUMA DE LOS DIFERENTES IMPACTOS .....	62
FIGURA 29: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL IMPACTO POR LUMEN DE CADA LUMINARIA.....	63

## INDICE DE TABLAS

TABLA 1: DESCRIPCIÓN MODELO ZALEDA-NEXTREMA.....	24
TABLA 2:DESCRIPCIÓN OLEVEON-ALHAMA 2 FLUORESCENTES DE 28W.....	25
TABLA 3: DESCRIPCIÓN OLEVEON-ALHAMA 2 FLUORESCENTES DE 36W.....	25
TABLA 4: DESCRIPCIÓN MODELO OLEVEON 2x28W .....	32
TABLA 5: RESULTADOS CON EcoTOOL DEL MODELO OLEVEON 2x28W.....	33
TABLA 6: RESULTADOS CON SIMAPRO DEL MODELO OLEVEON 2x28W .....	33
TABLA 7: TABLA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	35
TABLA 8:DESCRIPCIÓN MODELO ALHAMA 2x36W.....	38
TABLA 9: RESULTADOS CON EcoTOOL DEL MODELO ALHAMA 2x36W .....	39
TABLA 10: RESULTADOS CON SIMAPRO DEL MODELO ALHAMA 2x36W .....	39
TABLA 11: TABLA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	41
TABLA 12: IMPACTO DE CARCASA CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	42
TABLA 13: DESCRIPCIÓN MODELO ZALEDA- NEXTREMA .....	45
TABLA 14: RESULTADOS CON EcoTOOL DEL MODELO ZALEDA-NEXTREMA .....	45
TABLA 15: RESULTADOS CON SIMPARO DEL MODELO ZALEDA-NEXTREMA .....	45
TABLA 16: TABLA DE COMPARACIÓN DE IMPACTO DEL DIFUSOR CON DIFERENTES ESCENARIOS DE FIN DE VIDA .....	47
TABLA 17: RESULTADOS DE IMPACTO DE LOS DIFERENTES CONSUMOS DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS CON MIX DE LUMINARIA NEXTREMA .....	50
TABLA 18: RESULTADOS DE IMPACTO DE LOS DIFERENTES CONSUMOS DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS CON MIX DE LUMINARIA OLEVEON .....	50
TABLA 19: RESULTADOS DE IMPACTO DE LOS DIFERENTES CONSUMOS DE LAS DIFERENTES LUMINARIAS CON MIX GENÉRICO .....	51
TABLA 20: RESULTADOS DE LOS KILÓMETROS REALIZADOS POR CADA TIPO DE LUMINARIA.....	54
TABLA 21: RESULTADOS DE IMPACTO DE LA ETAPA DE TRANSPORTES.....	54
TABLA 22: VALORES DE IMPACTO DEL PROCESO DE INYECCIÓN .....	56
TABLA 23: VALORES DE IMPACTO DEL PROCESO DE TERMOCONFORMADO.....	58
TABLA 24: RESULTADOS DE IMPACTO POR LUMEN DE CADA TIPO DE LUMINARIA.....	63

## **1.- INTRODUCCIÓN:**

### **1.1.- Introducción al proyecto:**

Este Trabajo Fin de Máster se enmarca dentro de un proyecto de investigación que actualmente se está realizando dentro del Área de Ingeniería Mecánica, en el cual se están estudiando varios modelos de luminarias producidas y comercializadas por ZALUX S.A.

Este proyecto de investigación se ha realizado en colaboración con los departamentos de Diseño Mecánico, Logística, Producción y Medioambiente de la citada empresa, y se centra en la evaluación del desempeño ambiental de los modelos de luminarias más representativos lanzados al mercado, investigando nuevas formas para disminuir el impacto ambiental en futuros diseños, centrándose principalmente en el diseño mecánico. Por este motivo, los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) realizados se centran en el diseño mecánico, y en aquellos componentes en los que el diseñador mecánico puede tener influencia, por lo que los componentes electrónicos, o el consumo en el hogar, quedan fuera de los escenarios posibles de estudio, suponiendo estos impactos como fijos e inevitables.

### **1.2.- Introducción al ecodiseño:**

El ecodiseño es un concepto de reciente creación, y que todavía está en vías de desarrollo e implantación. Se basa en incorporar los aspectos ambientales dentro del proceso de diseño de un producto. Tradicionalmente se han tenido en cuenta factores como la fabricabilidad, la fiabilidad, la funcionalidad, los costes, la estética, la seguridad o la calidad, pero no se contemplaban los efectos del diseño sobre el medio ambiente.

El diseño ecológico ha experimentado una mayor relevancia en las últimas décadas, y se ha comenzado a aplicar en la mayoría de las actividades industriales.

El objetivo del ecodiseño es doble. Se trata de reducir el impacto ambiental del producto durante su ciclo de vida, asegurando a su vez la obtención de un beneficio para los actores involucrados y el usuario final.

Tener en cuenta el impacto ambiental se ha convertido en la actualidad una obligación moral e incluso en un aspecto ineludible para cumplir la legislación.

Además, puede ir asociado a beneficios económicos para la empresa, ya sea por un ahorro en materiales, debido a un mejor diseño, o por un aumento de las ventas, al mejorar la imagen de la empresa, existiendo etiquetas o sellos de producto que garantizan que se han tenido en cuenta estos factores en el desarrollo de este.

Así pues, podemos considerar el ecodiseño como una forma de Incrementar el poder de innovación de la empresa, de esta forma podemos obtener una ventaja competitiva con la que adelantarse a la competencia.

La metodología del ecodiseño persigue la inclusión de la variable ambiental desde la concepción inicial de un producto, cuando se definen sus funcionalidades, la forma de uso y los materiales con los se fabricará, hasta la valoración del comportamiento a lo largo de su vida útil: las técnicas de producción y distribución, su comportamiento durante su utilización y las posibilidades de reciclaje y tratamiento final del residuo que genere.

Se ha demostrado que la consideración de los aspectos ambientales asociados a un producto desde su fase de concepción y diseño, frente a la consideración de estos mismos aspectos en fases posteriores como la fabricación, o el tratamiento final como residuo, genera una importantísima reducción de los impactos ambientales asociados a su ciclo de vida.

Esta reducción de impactos lleva asociada una mejora en la eficiencia del producto, ya que el ahorro energético y de consumo de recursos durante su utilización es una de las bases del ecodiseño, junto con la durabilidad, facilidades de reparación, posibilidades de actualización y aseguramiento del reciclado.

En definitiva, el ecodiseño logra productos más duraderos, fabricados con materias primas más respetuosas con el medio ambiente, procedentes del reciclado o con ausencia de productos tóxicos, cuya fabricación minimiza el consumo de recursos y las emisiones contaminantes, que durante su uso resultan energéticamente eficientes, fácilmente reparables y/o actualizables, y que al final de su vida útil pueden separarse en materiales reciclables.

Distintas iniciativas y políticas transversales puestas en marcha en el seno de la Unión Europea durante los últimos años han incluido el fomento del ecodiseño como una de las herramientas básicas para alcanzar objetivos comunitarios en materia de ahorro y eficiencia energética, sostenibilidad, consumo responsable o disminución de la generación residuos.

Así la revisión de las directivas sobre ecodiseño de aparatos que utilizan energía, es una de las medidas incluidas por la Unión Europea tanto en el denominado Plan de Acción para la Eficiencia Energética: Realizar el Potencial, como en el Plan de Acción sobre Consumo y Producción Sostenibles y una Política Industrial Sostenible y en la Política de Productos Integrada.

### **1.3.- Introducción a los sistemas de iluminación estancos:**

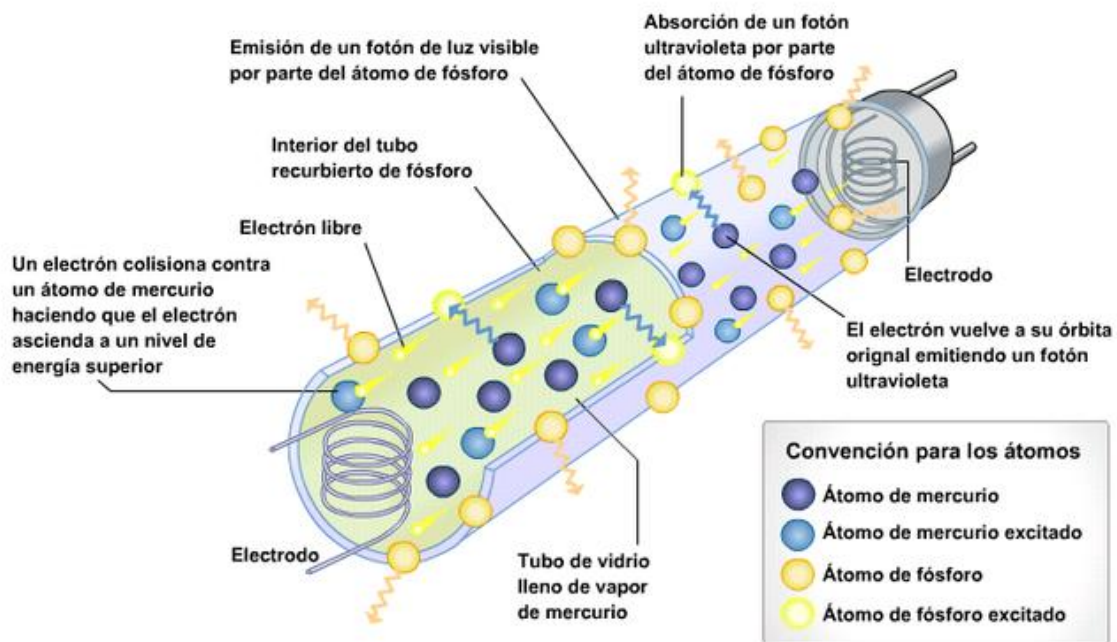
Actualmente se comercializan dos tecnologías principales dentro de los sistemas de iluminación estancos: fluorescente y LED. Dentro de la tecnología fluorescente podemos distinguir entre dos tipos de balastos (electrónico y electromagnético) y entre dos tipos de condensadores (cerámico y electrolítico).

#### **1.3.1.- Sistemas de iluminación fluorescentes:**

La luminaria fluorescente basa su efecto en la fosforescencia. Es una luminaria que cuenta con una lámpara de vapor de mercurio a baja presión y que es utilizada normalmente para la iluminación doméstica e industrial. Su gran ventaja frente a otro tipo de lámparas, como las incandescentes, es su eficiencia energética.

Está formada por un tubo de vidrio revestido interiormente con diversas sustancias químicas compuestas llamadas fósforos. Esos compuestos químicos emiten luz visible al recibir una radiación ultravioleta. El tubo contiene además una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, a una presión más baja que la presión atmosférica. En cada extremo del tubo se encuentra un filamento hecho de tungsteno, que al calentarse al rojo contribuye a la ionización de los gases.





**Figura 1: Esquema de una lámpara fluorescente**

Además de la propia lámpara, las luminarias de tecnología fluorescente deben tener dos elementos fundamentales más: el cebador (también llamado arrancador o partidor) y el balasto, que provee reactancia inductiva.

El cebador está formado por una pequeña ampolla de cristal que contiene gases a baja presión (neón, argón y gas de mercurio) y en cuyo interior se halla un contacto formado por una lámina bimetálica doblada en "U". En paralelo con este contacto hay un condensador destinado al doble efecto de actuar de amortiguador de chispa o apagachispas, y de absorber la radiación de radiofrecuencias que pudiesen interferir con receptores de radio, TV o comunicaciones. Tanto el cebador como la luminaria acortan su vida útil cuanto más veces se la enciende, por esta razón se recomienda usar la iluminación fluorescente en regímenes continuos y no como iluminación intermitente.

El elemento que provee reactancia inductiva se llama balasto, aunque en algunos lugares se lo denomina incorrectamente reactancia, que en realidad es el nombre de la magnitud eléctrica que provee, no del elemento.

Existen dos tipos de balastos, electromagnético y electrónico:

- El balasto **electromagnético** es un reactor que está constituido por una bobina de alambre de cobre esmaltado, enrollada sobre un núcleo de chapas de hierro o de acero eléctrico. Para cada tensión de red se necesita un balasto diferente, con unas tolerancias que dependerán del tipo de balasto y de lámpara, aunque también existen balastos con varias conexiones para distintas tensiones de red.
- El balasto **electrónico** consta de un circuito electrónico y una pequeña bobina con núcleo de ferrita. Este balasto, a diferencia del balasto inductivo, se conecta al fluorescente sin cebador y logra arranques instantáneos de la lámpara y sin parpadeos, o en otros modelos, arranques de una manera más suave.

Las propiedades más destacables de las lámparas fluorescentes podemos enumerarlas en:

- LUMINOSIDAD: lámparas fluorescentes tienen un rendimiento luminoso que puede estimarse entre 50 y 90 lúmenes por vatio (lm/W). La luminosidad de la lámpara depende no solamente del revestimiento luminiscente, sino de la superficie emisora, de modo que al variar la potencia varía el tamaño, por ejemplo, la de 18 W mide unos 60 cm, la de 36 W, 1,20 m y la de 58 W 1,50 m.
- VIDA ÚTIL: vida útil es también mucho mayor que la de las lámparas de incandescencia, pudiendo variar con facilidad entre 5000 h y más de 20000 h (entre 5 y 15 veces más), lo que depende de diversos factores, tales como el tipo de lámpara fluorescente o el equipo complementario que se utilice con ella.
- COLOR: Hay en el mercado distintos modelos con diferentes temperaturas de color. Su temperatura de color está comprendida generalmente entre los 3000 K y los 6500 K (del Blanco Cálido a Luz Día Frío).

Como todo, las luminarias de fluorescentes tienen sus desventajas. Estas no dan una luz continua, sino que muestran un parpadeo que depende de la frecuencia de la corriente alterna aplicada (por ejemplo: en España, 50 Hz).

Esto no se nota mucho a simple vista, pero una exposición continua a esta luz puede dar dolor de cabeza. El efecto es el mismo que si se configura una pantalla de ordenador a 50 Hz.

Las lámparas fluorescentes necesitan de unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, por lo que es aconsejable utilizarlas en lugares donde no se están encendiendo y apagando continuamente (como pasillos y escaleras). Con el balasto o reactancia electrónica antes nombrado, sustituyendo a la reactancia tradicional y al cebador, el encendido del tubo es instantáneo alargando de esta manera la vida útil. De todos modos, siempre tarda un tiempo en llegar a su luminosidad normal.

### **1.3.2.- Sistemas de iluminación LED:**

Una lámpara de LED es una lámpara de estado sólido que usa LEDs (Light-Emitting Diode, Diodos Emisores de Luz) como fuente luminosa. Debido a que la luz capaz de emitir un LED no es muy intensa, para alcanzar la intensidad luminosa similar a las otras lámparas existentes como las incandescentes o las fluorescentes compactas, las lámparas LED están compuestas por agrupaciones de LEDs, en mayor o menor número, según la intensidad luminosa deseada.

Los diodos funcionan con energía eléctrica de corriente continua (CC), de modo que las lámparas de LED deben incluir circuitos internos para operar desde el voltaje CA estándar. Los LEDs se dañan a altas temperaturas, por lo que estas lámparas tienen elementos de gestión del calor, tales como disipadores y aletas de refrigeración. Tienen una vida útil larga y una gran eficiencia energética, pero los costos iniciales son más altos que los de las lámparas fluorescentes.

A la iluminación de propósito general se le aplica luz blanca. Para emitir luz blanca es preciso combinar LEDs de luz roja, verde y azul, o usar fósforo para convertir parte de la luz a otros colores.

Un solo LED es un dispositivo de estado sólido de baja tensión (voltaje) y no puede funcionar directamente en una corriente alterna estándar sin algún tipo de circuito para controlar el voltaje aplicado y el flujo de corriente a través de la lámpara. Una cadena única de LEDs en serie podrían minimizar la pérdida de la caída de tensión, pero la falla de uno sólo de ellos podría extinguir toda la cadena. El uso de cadenas en paralelo redundantes incrementa la fiabilidad, usándose comúnmente tres o

más cadenas. Pueden ser útiles para la iluminación del hogar o en espacios de trabajo, estos deben ser colocados juntos en una lámpara para combinar sus efectos de iluminación. Esto es porque cada uno emite solamente una fracción de la luz de las fuentes de luz tradicionales. Las lámparas de LED usualmente consisten en grupos de LEDs en una cubierta con dispositivos electrónicos, un disipador y óptica.

### **1.3.3.- Sistemas de iluminación estancos:**

Los sistemas de iluminación estancos han sido diseñados para dar solución a la necesidad de tener un alumbrado fiable y que se ajuste a las necesidades de los clientes en entornos exigentes. Es deseable que estos sistemas sean sistemas controlables, eficientes y de bajo mantenimiento. Muchas veces estos estarán instalados en entornos rigurosos como plantas de producción con agentes agresivos, zonas de máxima exigencia higiénica, y los que combinan ambos factores.

El bajo o nulo mantenimiento de estos sistemas es un factor muy importante en la venta del producto. Esta característica hará que el cliente se decante por él para no perder tiempo ni dinero haciendo que el sistema siga funcionando.

Para todo ello se diseñan los sistemas de iluminación estancos, que serán aptas para instalación interior o exterior.

Se considera que el rango de temperaturas para un correcto funcionamiento de estas es de -30°C a +40°C y que la presencia de agentes químicos agresivos debe ser tomada en cuenta antes de la elección del modelo de luminaria, ya que puede afectar a su vida útil.

Para cuantificar el grado de estanqueidad se usa el código de grado de protección IP. Este hace referencia al estándar internacional IEC 60529 "Degrees of Protection<sup>1</sup>" y es utilizado con mucha frecuencia en los datos técnicos de equipamiento eléctrico y/o electrónico.

Especifica un efectivo sistema para clasificar los diferentes grados de protección aportados a los mismos por los contenedores que resguardan los componentes que constituyen el equipo.

Este estándar ha sido desarrollado para calificar de una manera alfa-numérica a equipamientos en función del nivel de protección que sus materiales contenedores le proporcionan contra la entrada de materiales extraños. Mediante la asignación de diferentes códigos numéricos, el grado de protección del equipamiento puede ser identificado de manera rápida y con facilidad.

Actualmente la mayoría de las luminarias estancas que se comercializan en el mercado tienen un nivel de protección mínimo de IP66.

- Las letras IP identifican al estándar (del inglés: Ingress Protection),
- El valor 6 en el primer dígito numérico describe el nivel de protección ante polvo, en este caso: "El polvo no debe entrar bajo ninguna circunstancia"
- El valor 6 en el segundo dígito numérico describe el nivel de protección frente a líquidos (normalmente agua), en nuestro ejemplo: "Chorros muy potentes de agua. Se coloca el equipamiento en su lugar de trabajo habitual. No debe entrar el agua arrojada a chorros (desde cualquier ángulo) por medio de una boquilla de 12,5 mm de diámetro, a un promedio de 100 litros por minuto y a una presión de 100kN/m<sup>2</sup> durante no menos de 3 minutos y a una distancia que no sea menor de 3 metros"

Como regla general se puede establecer que cuando mayor es el grado de protección IP, más protegido está el equipamiento.

## **2.- OBJETIVOS DEL PROYECTO Y TAREAS REALIZADAS**

### **2.1.- Objetivos del proyecto**

Existen en el mercado multitud de aparatos de iluminación, siendo los más extendidos aquellos basados en tecnologías de fluorescentes. Estos aparatos son baratos, eficientes y muy polivalentes, y debido a esto son utilizados en multitud de lugares, desde garajes a centros comerciales pasando por viviendas, colegios, universidades, etc.

Como competencia a esta tecnología, en los últimos años se viene desarrollando la tecnología LED, que tiene sus ventajas y sus inconvenientes en relación a la tecnología de fluorescentes. A pesar de que inicialmente el consumo de las tecnologías LED es menor, existen otros factores que hay que considerar de cara a poder decir que una u otra tecnología es menos perjudicial con el medio ambiente. La utilización de diseños con componentes más pesados, aumento de los componentes electrónicos y variaciones en el rendimiento según las condiciones de trabajo son factores que pueden aumentar su impacto ambiental.

Es pues, el objetivo de este proyecto, analizar de forma detallada cual es el impacto medioambiental de cada tecnología, considerando todos estos factores y estableciendo de forma clara la unidad funcional que sea equiparable para modelos de tecnología fluorescente y modelos de tecnología LED.

Como objetivos complementarios se realizará un análisis pormenorizado de cómo influye la selección de materiales, transportes y procesos, puntos en los que un ingeniero mecánico influye directamente. Se propone inicialmente la utilización del "análisis de ciclo de vida" y del Ecoindicador 99 y la huella de carbono como metodologías de valoración de impacto ambiental y la base de datos Ecoinvent v2.2 como referencia para el cálculo. También como objetivo complementario se propone el análisis de los procesos de fabricación de la empresa Zalux de cara a optimizar el impacto ambiental de los procesos de fabricación de Ecoinvent v2.2 y generar unos resultados más precisos.

Es por ello que una de las metas del proyecto es realizar el Análisis de Ciclo de Vida sobre el diseño mecánico de 3 modelos diferentes de luminarias (dos de tecnología de fluorescentes y una de tecnología LED), modelos Oleveon, Alhama y Nextrema, para poder evaluar el impacto ambiental del diseño, materiales, procesos de fabricación y transportes requeridos en la fabricación y distribución de las mismas.

Los objetivos que se han marcado para realizar esta tarea son los siguientes:

- Realizar un repaso del estado actual del diseño ecológico, revisando su evolución en el tiempo, normativas y metodologías de cálculo.
- Analizar los procesos que intervienen en el diseño mecánico, mostrando las funciones más importantes de cada uno de los componentes, teniendo muy en cuenta los *materiales, procesos de fabricación y montaje, y los transportes*.
- Evaluar el impacto ambiental de los tres modelos de luminarias mediante un Análisis de Ciclo de Vida según las normativas UNE-EN ISO 14040/14044.
- Efectuar un análisis de sensibilidad en las luminarias anteriormente citadas para obtener una visión más completa del comportamiento ambiental de los productos.
- Obtener resultados mediante dos programas de cálculo de impacto ambiental, SimaPro, una herramienta profesional, y EcoTOOL, una herramienta creada en el Área de Ingeniería Mecánica, la cual está actualmente en desarrollo.
- Extraer conclusiones a partir de los resultados obtenidos que orienten al diseñador mecánico para mejorar futuros diseños.

## **2.2.- Tareas realizadas**

Las tareas realizadas para cumplir todos y cada uno de los objetivos marcados han sido:

Se ha buscado información sobre Ecodiseño para conocer la evolución a lo largo del tiempo, los últimos avances y la situación actual del mismo, así como la normativa existente y las metodologías de tanto de análisis de ciclos de vida como de cálculo de impacto ambiental. Existe en este trabajo un apartado en el que se explica todas las fases, desde su creación hasta la situación actual del Ecodiseño

(“Estado del Arte del Diseño Ecológico”), mostrando de manera breve y rápida los puntos más destacables y que representan el concepto de diseño ecológico.

Para los análisis de funciones y transportes, se ha trabajado con el conocimiento del producto adquirido en el inventario, y se ha explicado los diferentes componentes que forman las luminarias.

Se ha planteado una optimización de los procesos de fabricación de los modelos. Para ello se han realizado varias visitas a la planta de Zalux en Alhama de Aragón (Zaragoza), con el fin de medir y documentar tiempos y consumos de maquinaria, y ver el proceso de fabricación actual. Con todos estos datos se consigue ajustar los índices de impacto de cada uno de los componentes, ya que de lo contrario deberíamos fiarnos únicamente de bases de datos externas a este trabajo.

Para realizar un Análisis de Ciclo de Vida es necesario realizar un inventario de todos los materiales, fases y procesos del producto y transportes que se ven implicados en la fabricación y distribución del producto. Durante la realización del inventario se han desmontado los diferentes modelos de luminarias estudiadas, realizando fotografías para documentar los diferentes elementos, identificando los materiales de los componentes, en algunos casos procediendo a análisis destructivos para obtener la información más detallada posible.

Se ha realizado el Análisis del Ciclo de Vida de las luminarias en dos herramientas informáticas, SimaPro y EcoTOOL., con el fin de comparar y verificar la coherencia de los resultados entre ellos. Entre estos resultados destacaremos:

- Resultados de impacto global
- Impacto por componentes
- Cálculo mediante metodología Ecoindicador 99 y Huella de carbono
- Análisis de sensibilidad



## 3.- METODOLOGIA

### 3.1.- ACV

El análisis del ciclo de vida es una herramienta de análisis medioambiental cuyo uso ha ido creciendo durante los últimos veinte años en un amplio abanico de sectores. Se trata de una herramienta de análisis objetiva, que muestra con transparencia cuales son las cargas ambientales asociadas a un producto a lo largo de todo su ciclo de vida (producción, uso, mantenimiento y fin de vida). Así pues, esta herramienta es válida para la toma de decisiones tanto en el ámbito empresarial como en los procesos de contratación o de definición de criterios de eco etiquetas de cualquier Administración pública.

La utilidad de esta herramienta se ha reconocido a nivel internacional, siendo objeto de normalización mediante un conjunto de normas ISO y UNE-EN.

La metodología para realizar este ACV está en conformidad con las normas siguientes:

- UNE-EN ISO 14040:2006 – Gestión Medioambiental – Análisis del ciclo de vida – Principios y marco de referencia.
- UNE-EN ISO 14044:2006 – Gestión Medioambiental – Análisis del ciclo de vida – Requisitos y directrices.

#### 3.1.1.- Concepto de ciclo de vida

El concepto de ciclo de vida propone visualizar de forma global el impacto sobre el medioambiente de las distintas etapas por las que pasa cualquier producto; o sea, desde la extracción de las materias primas necesarias para su fabricación hasta su fin de vida. La aplicación de este concepto facilita la tarea de evaluar los impactos ambientales globales asociados a los productos y actividades, además de ayudar a identificar problemáticas desde el punto de vista ambiental.

Hasta los años 90, las mejores ambientales en productos y/o servicios se basaban en tecnologías de final de fase o "end-of-pipe" (depuradoras, filtros...) que no tenían en cuenta el concepto de ciclo de vida. Esto, a veces comportaba una transferencia de la carga contaminante de un medio al otro, sin disminuir el impacto global del proyecto. En una depuradora de una fábrica de papel, por ejemplo, los contaminantes pueden pasar del agua a los lodos, transfiriendo de esta forma la

contaminación a otra fase pero sin eliminarla. El estudio del ciclo de vida de los productos y procesos, por el contrario, lleva a un planteamiento global que contempla los flujos de materia y energía entre el sistema productivo y su entorno, incidiendo en una mejora ambiental integral.

### **3.1.2.- Definición del ACV**

La primera definición del ACV fue proporcionada por la Society of Environmental Toxicology And Chemistry (SETAC.), organización líder en la promoción y desarrollo metodológico del ACV. Dice:

“El ACV es un proceso objetivo para evaluar las cargas ambientales asociadas a un producto, proceso o actividad, identificando y cuantificando el uso de materia y energía y los vertidos controlados para determinar el impacto que este uso de recursos y estos vertidos producen al medio ambiente, y para evaluar y llevar a la práctica estrategias de mejora ambiental. El estudio incluye el ciclo completo del producto, proceso o actividad, teniendo en cuenta las etapas de: extracción y procesamiento de materias primas, producción, transporte y distribución; uso, reutilización y mantenimiento; y reciclaje y deposición del residuo”.

La norma UNE-EN ISO 14040:2006 define el análisis del ciclo de vida como “la recopilación y evaluación de las entradas, salidas y los impactos ambientales potenciales de un sistema del producto mediante su ciclo de vida”.

### **3.1.3.- Concepto de conjunto, subconjunto y piezas:**

A la hora de realizar un análisis de ciclo de vida de un producto, como anteriormente se ha dicho, deberemos bajar al nivel más inferior de los elementos que conforman el producto para poder obtener la información de este en detalle.

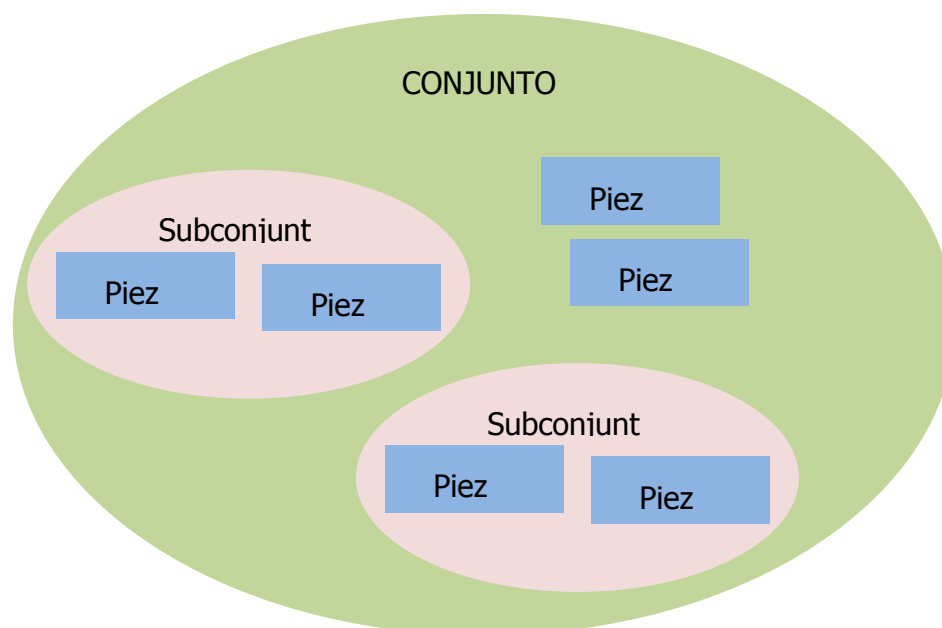
Para facilitar esta labor, se ha establecido una jerarquía de elementos en cada uno de los productos. Así pues, la jerarquía estará formada, de mayor a menor, por conjuntos, subconjuntos y piezas.

Llamamos conjunto al producto en su totalidad, que a su vez puede estar formado en su nivel inferior por subconjuntos y/o piezas. La información a obtener de este elemento es las unidades totales de este y los transportes que lleve asociado. Por

ejemplo, a un conjunto se le puede aplicar el transporte de “distribución del producto”.

Llamamos subconjunto al grupo de elementos que tienen una función en común dentro del producto o que se pueden relacionar intuitivamente. Este, a su vez, puede estar formado por subconjuntos y/o piezas. La información a obtener de este elemento es las unidades totales de este y los transportes y procesos que lleve asociado. Por ejemplo, si tenemos imaginamos un producto de un barco, el conjunto motor podría constituir un subconjunto, ya que está formado por varios elementos más (engranajes, correas, cilindros, etc.). La información que necesitaremos de este subconjunto es el número de unidades que existe en el nivel jerárquico superior, el transporte del subconjunto (quizá el motor se fabrique en China y se ensamble en España) y los procesos que traiga implícito el subconjunto (el proceso de ensamblaje en el subconjunto chasis).

Llamamos pieza al último elemento de la clase jerárquica. Este elemento tendrá intrínsecamente asociado su peso, su número de unidades, su material, su fin de vida (que se va a hacer con el cuando la vida del producto termine), sus procesos de fabricación y sus transportes para la fabricación.



**Figura 2: Esquema explicativo sobre conjuntos, subconjuntos y piezas**

Analizando esta disposición jerárquica se puede analizar qué factores van a dotar a cada uno de los elementos de impacto medioambiental.

El impacto medioambiental y el peso de un conjunto vendrán dados por la suma de los impactos de sus subconjuntos y de sus transportes.

El impacto medioambiental y el peso de un subconjunto vendrán dados por la suma de los impactos de sus subconjuntos y sus piezas, y de sus procesos y transportes.

El impacto medioambiental de una pieza vendrá dado por su material, por su fin de vida, sus procesos y sus transportes.

## **3.2.- ALCANCE**

### **3.2.1.- Unidades funcionales. Descripción y justificación de las pantallas seleccionadas**

La unidad funcional es el elemento clave del ACV y ha de ser definido claramente. Es la medida de la función del sistema estudiado y da una referencia de cuáles son las entradas y salidas relacionadas. Esto permite la comparación de dos sistemas diferentes. La definición de la unidad funcional puede ser difícil. Ha de ser precisa y suficientemente comparable para ser utilizada como referencia.

La unidad funcional utilizada en el caso de un proyecto ha de ser determinada mediante la elaboración de los datos y estudios recogidos. Pueden existir restricciones respecto a la profundidad del estudio, las fuentes y calidad de los datos se determinan durante el proceso de estudio.

Cuando estamos trabajando en la mejora ambiental de producto desde el rediseño del mismo, suele ser común llegar, a través de la aplicación de diferentes estrategias de mejora, a diferentes alternativas conceptuales del producto. Para saber cuál de estas alternativas es la mejor desde un punto de vista medioambiental, no siempre es correcto comparar dos unidades del mismo producto entre sí, ya que puede ocurrir que ambos tengan distinta vida útil o diferentes funciones. Se trata, por tanto, de ser capaces de definir correctamente la unidad funcional de estudio en cada caso.

La empresa ZALUX S.A. comercializa una gran cantidad de aparatos de iluminación. El objeto de este estudio será la comparación del análisis de ciclo de vida de varias luminarias estancas fabricadas por esta empresa.

En primer lugar queremos comparar la tecnología LED con la tecnología de tubos de fluorescencia, por lo que compararemos una luminaria LED (tipo ZALEDA-Nextrema) y luminarias de fluorescentes (tipo Oleveon y Alhama).

Dentro de las luminarias LED tipo ZALEDA-Nextrema existen varios modelos, pero elegimos como representante de todas ellas a:

- La generación "I", que es la primera luminaria LED que esta casa comercializa y que actualmente consta en catálogo, es una luminaria con una carcasa de inyección de aluminio fabricada en color gris y con una junta que asegura la estanqueidad de la luminaria.

Modelo	Zaleda - Nextrema I
Vida util	> 50000 h
Eficiencia Luminaria	73 lm/W
Flujo luminoso	4000 lm
Consumo	55 W

**Tabla 1: Descripción modelo Zaleda-Nextrema**

En cuanto a las luminarias de fluorescencia tipo Oleveon-Alhama diferenciaremos entre:

- Los tipos de tubo recto más comunes son los T5, T8 y T12 (poco usado), disponibles hasta un largo de 2,5 metros. La letra T se utiliza delante del número para indicar que el foco fluorescente es de tipo tubo. Seguido de la letra, se encuentra el número que indica el diámetro del tubo medido en fracciones de una pulgada. El diámetro de los tubos fluorescentes está medido en octavos de pulgada. Por ejemplo, un tubo T5 tiene un diámetro de 5/8 de pulgada y un tubo T8 tiene una pulgada de diámetro (8/8)

- Todos los tubos fluorescentes necesitan un balasto para funcionar. El tubo T5 utiliza un balasto electrónico, mientras que el T8 puede funcionar tanto con un balasto magnético como con uno electrónico. Además podemos diferenciar que el T8 magnético puede funcionar tanto con un condensador de filtro alto como de filtro bajo.

Así pues tendremos:

\* Oleveon 228 – T5:

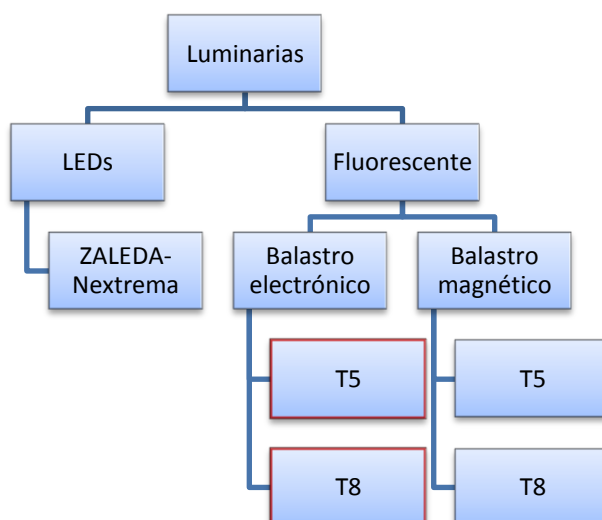
Vida útil	> 50000 h
Tipo de lámpara	T5
Eficiencia Luminaria	66,6 lm/W
Flujo luminoso	4268 lm
Consumo	56 W

**Tabla 2: Descripción Oleveon-Alhama 2 fluorescentes de 28w**

\* Alhama 236 – T8:

Vida útil	> 50000 h
Tipo de lámpara	T8
Eficiencia Luminaria	50,3 lm/W
Flujo luminoso	4080 lm
Consumo	72 W

**Tabla 3: Descripción Oleveon-Alhama 2 fluorescentes de 36w**



**Figura 3: Esquema de luminarias estudiadas en este trabajo**

Después de definir las luminarias que serán objeto de este trabajo debemos definir de la mejor manera posible cual será la unidad funcional del análisis.

Como en realidad lo que se van a comparar en este trabajo son diferentes tecnologías de luminarias estancas, y que su propósito es proporcionar luz, creemos que la unidad funcional más adecuada para esta comparación es el lumen.

Así pues, hablaremos de impacto por unidad de lumen en cada una de las diferentes luminarias y/o tecnología de luminarias.

### **3.2.2.- Simplificaciones del estudio y límites del sistema**

En todo estudio del ciclo de vida existen datos difíciles de obtener y/o corroborar. Estos datos, necesarios para las modelizaciones y cálculos, se plantean a modo de suposición de forma tan cuidadosa como sea posible, dejando claramente explícitas cuales son las hipótesis y simplificaciones tomadas, para que puedan ser modificadas fácilmente en caso que sea necesario afinar más el cálculo del impacto medioambiental.

Debido a que el enfoque de este Trabajo Fin de Máster es puramente mecánico, se supone que el diseñador mecánico no tendrá gran influencia sobre los elementos electrónicos, que a pesar de haber sido tenidos en cuenta, no se analizan al detalle.

Queda también fuera de este trabajo el análisis profundo del impacto medioambiental de los fluorescentes ya que ha sido inviable desmontar ninguno de ellos y valorar sus componentes. Además sus materias primas y sitios de procedencia son tan variados que habría que hacer un extenso estudio (objetivo que no se incluye en este TFM) para poder evaluarlos con cierta precisión. Sin embargo, para tenerlos en cuenta en el cálculo del impacto medioambiental, se han obtenido los valores de impacto de la base de datos de Ecoinvent v2.2.

Otro de los límites más importantes de este estudio ha sido el tener en cuenta los transportes que forman parte del ciclo de vida del producto de forma general, centrándonos sobre todo en la distribución del producto, y haciendo en esta unas suposiciones que se explicarán en el oportuno apartado. La procedencia de cada una de las materias primas, componentes, etc., así como el destino de los productos es otra fuente de información digna de ser objeto de un trabajo a parte.

Estas procedencias y destinos cambian continuamente dependiendo de precios, fechas de entregas, lotes de compra, etc.

### **3.3.- METODO DE CÁLCULO**

El método que emplearemos en este Trabajo Fin de Máster para evaluar el impacto ambiental es el Eco-Indicador 99. Este método nos permite tener en cuenta las siguientes categorías de impacto:

- Carcinogénicos
- Respiratorios orgánicos
- Respiratorios inorgánicos
- Cambio Climático
- Radiación
- Destrucción capa ozono
- Ecotoxicidad
- Acidificación y eutrofización
- Uso de suelo
- Uso de recursos minerales
- Uso de combustibles fósiles

El método combina todas ellas y obtiene un valor de impacto medioambiental único, lo cual simplifica la interpretación y la elección entre uno u otro componente.

Además también evaluaremos el impacto en huella de carbono que consiste en medir la totalidad de gases de efecto invernadero emitidos por nuestro producto.

### **3.4.- SOFTWARE UTILIZADO**

El software utilizado para la realización del Análisis de Ciclo de Vida ha sido:

#### **3.4.1.- Simapro**

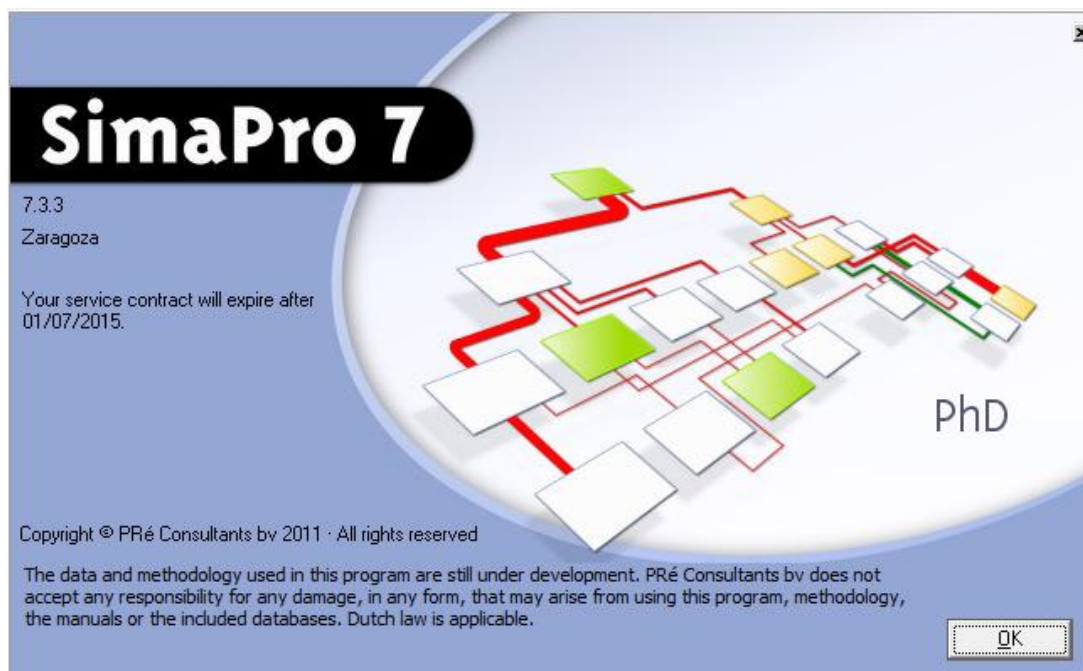
SimaPro 7.3.3 de Pré Consultant. SimaPro es el software más utilizado de evaluación del ciclo de vida (LCA), utilizado por grandes industrias y consultores, a



través de institutos de investigación y universidades. Permite modelar ciclos de vida complejos y analizarlos de manera sistemática y transparente.

La base de datos utilizada es Eco-invent en su versión 2.2. Esta base de datos es una de las más completas bases de datos internacionales en lo que se refiere a Análisis de Ciclos de Vida. Esta base de datos cuenta con miles de datos en los ámbitos de agricultura, alimentación, transporte, energía y biocombustibles, biomateriales, materiales de construcción, materiales de embalaje, metales, procesos, así como el tratamiento de residuos.

Cabe destacar la complejidad en el manejo de este programa ya es necesario estudiar la base de datos antes de introducir los elementos en el programa. La base de datos Eco-Invent cuenta en la actualidad con más de 4000 materiales y procesos, de los cuales es necesario seleccionar aquellos que mejor se adapten a nuestro inventario. Se estima que el tiempo necesario para preparar un estudio de un producto complejo en SimaPro, con el inventario ya realizado, son unas 60 horas.

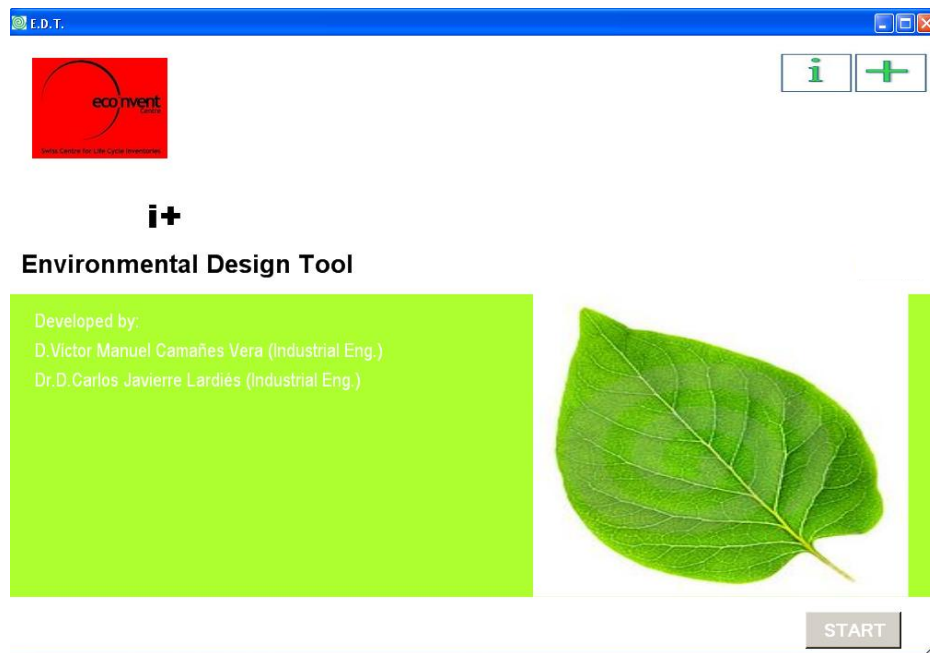


**Figura 4: Portada Software Simapro**

Uno de los mayores inconvenientes y a la vez ventajas que tiene la base de datos que manejamos (EcoInvent) es la precisión y la gran cantidad de información a la que tenemos acceso.

### 3.4.2.- EcoTool

EcoTOOL es una herramienta desarrollada en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza bajo la dirección de Carlos Javierre Lardiés. Es un programa de uso intuitivo para la realización de ACVs, que permite obtener resultados en diversas metodologías de cálculo ya que tiene la ventaja de ser fácilmente personalizable.



**Figura 5: Portada Software EcoTool**

#### 3.4.2.1.- Preparación de bases de datos

Uno de las tareas más importantes en este trabajo ha sido la recopilación de datos para la elaboración de una base de datos propia. El trabajo necesario realizado para la creación de nuestra biblioteca propia para el manejo del software SIMAPRO, ha sido aprovechado para este software. Esta base de datos se ha basado en gran parte en medidas in-situ en la planta que ZALUX tiene en la localidad de Alhama de Aragón en Zaragoza.

Hemos creído oportuno realizar esta tarea para tener más controlada la medida de impacto medioambiental, ya que por poner un ejemplo la base de EcoInvent v2.2 hace una estimación media de lo que consume una máquina de inyección, pero no

es lo mismo alimentar una maquina de inyección en un país nórdico con muy bajas temperaturas, que en un país del sur de Europa.

## 4.- CALCULO DE IMPACTOS EN LUMINARIAS

### 4.1.- LUMINARIA OLEVEON

#### 4.1.1.- Descripción del producto

La luminaria Oleveon es una luminaria estanca de fluorescentes diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un exterior liso y con prismas longitudinales interiores y superficies frontales ligeramente rugosas para favorecer el reparto de la luz emitida por los fluorescentes.

La carcasa está fabricada en poliéster, difícilmente inflamable, reforzada con fibras de vidrio y de color gris claro. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. Puede colocarse la conexión a red por su frontal o a través del techo.



**Figura 6: Fotografía de un modelo Oleveon-Alhama**

Las características funcionales de este tipo de luminarias son:

Características funcionales generales del modelo 228	
Potencia eléctrica	2x28w (56w)
Lumens	4268
IP	66
IK	07
Tipo de Conexión	Interior
Suministro	Sin cerrar, Con la carcasa apilada sobre difusor y sin fluorescentes
Mantenimiento	Fluorescentes: 20000 h aprox
Duración estimada	> 50000 h

**Tabla 4: Descripción modelo Oleveon 2x28w**

Este tipo de luminaria ofrece una gran cantidad de posibilidades de configuración. Como se puede ver en el listado de piezas posibles, hay piezas que pueden ser de un material u otro. A continuación se exponen las opciones:

- Clip de apriete del difusor con la carcasa: Este elemento es fabricado en metal y en poliamida.
- El difusor puede ser fabricado con Policarbonato (PC), metacrilato (PMMA) y SAN.
- El sistema eléctrico puede ser con reactancias o electrónico. En el caso de que sea con reactancias, el producto dispondrá de un cebador, un portacebador y una reactancia.

#### 4.1.2.- Cálculo con EcoTOOL

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria en el modelo básico de la Oleveon (opción "A" de Anexos) con el Eco-Indicador 99 v2.09 se presentan en la siguiente tabla.

ENVIRONMENTAL IMPACT	4336,84000	mPt
KG eq CO2	22,08000	Kg

**Tabla 5: Resultados con EcoTool del modelo Oleveon 2x28w**

#### 4.1.3.- Calculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool. Es por ello que solo se va a calcular un caso de los 12, el genérico del modelo, la opción "A", que es la opción más representativa de este modelo de luminaria.

Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Environmental Impact	Pt	4,4064887
Kg eq CO2	Kg	21,76

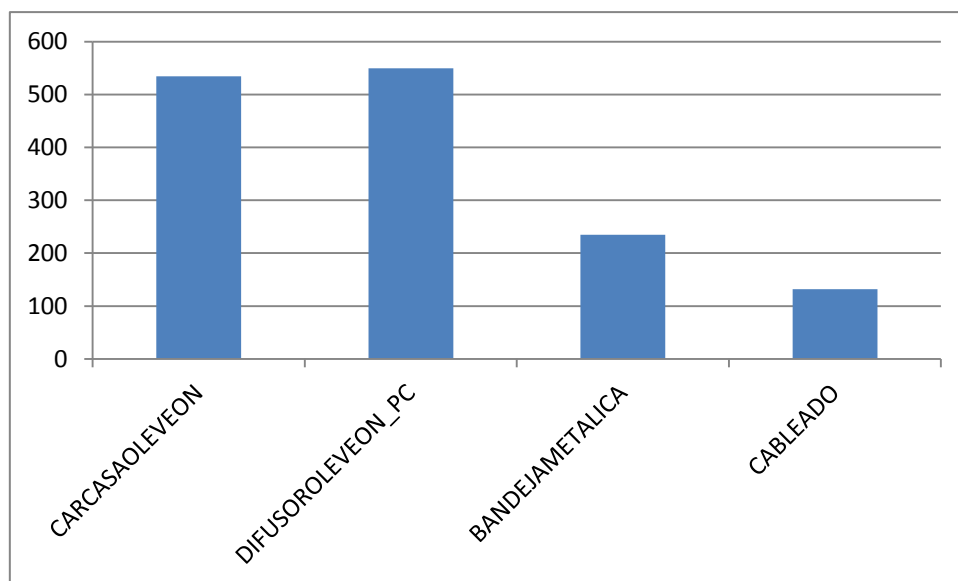
**Tabla 6: Resultados con Simapro del modelo Oleveon 2x28w**

A la vista de los resultados se puede afirmar que la herramienta EcoTool nos proporciona datos verosímiles y que podemos fiarnos del software.

#### 4.1.4.- Conclusiones

En los resultados se puede observar que los elementos mecánicos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, el difusor, la carcasa, la

bandeja metálica y el cableado. A continuación se muestra una gráfica donde se registran los impactos más relevantes por componente mecánico de la luminaria.



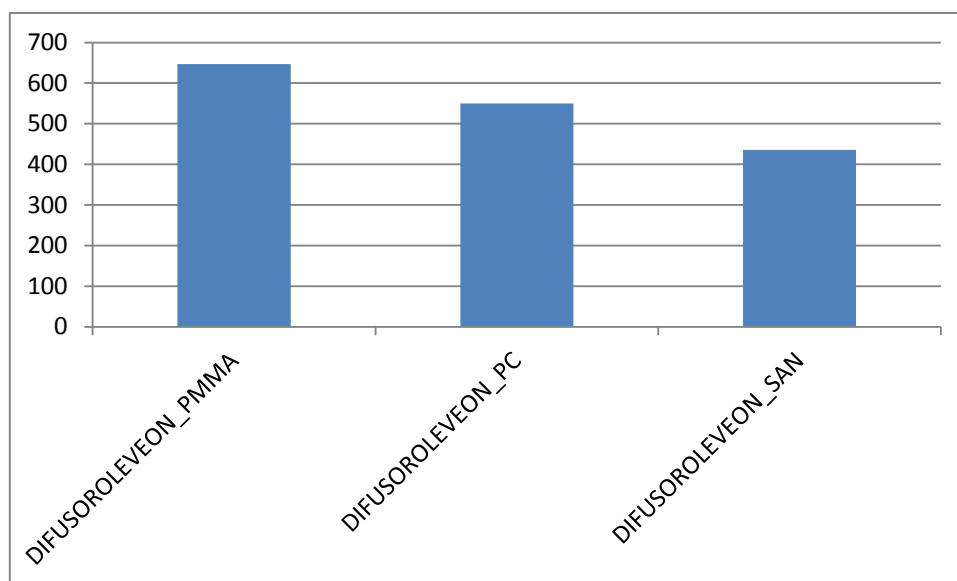
**Figura 7: Tabla de elementos más impactantes de la luminaria Oleveon**

La carcasa es uno de los elementos que más impacto medioambiental tiene.

El siguiente componente con mayor impacto es el difusor. Como se puede ver en la gráfica, su impacto depende mucho del material con el que esté fabricado, siendo de impacto más bajo aquellos difusores fabricados con SAN.

El diseñador mecánico solo puede influir en elementos mecánicos (valga la redundancia) y no se plantea en este trabajo analizar cómo podría disminuir el impacto medioambiental del conjunto influyendo sobre los elementos eléctricos y/o electrónicos. Es por ello que sólo haremos un análisis de sensibilidad de los dos componentes mecánicos más impactantes, la carcasa y el difusor.

Si se observa en los anexos, los diferentes materiales utilizados en la fabricación del difusor tienen gran importancia de cara al resultado final. Se muestra a continuación una gráfica mostrando la diferencia de impacto entre los tres materiales para un mismo elemento, el difusor.



**Figura 8: Gráfica de comparación entre el impacto del difusor con diferentes materiales**

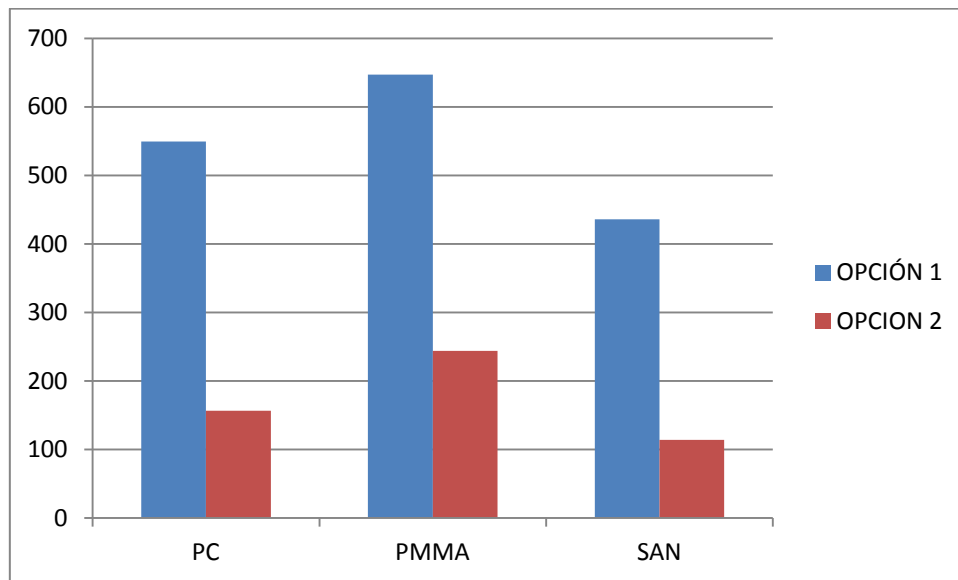
Además de que el impacto puede variar en función del material empleado en el difusor, se puede hacer un análisis de escenarios de fin de vida. Como resultado de este análisis se obtiene:

Escenario Fin de vida	Material del difusor					
	PC		PMMA		SAN	
	Impacto	CO2	Impacto	CO2	Impacto	CO2
<b>OPCIÓN 1</b> Reciclado 0% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 95%	549,59	5,13	647,07	4,78	435,77	3,06
<b>OPCION 2</b> Reciclado 95% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 0%	156,62	1,98	244,08	1,89	113,92	1,53

**Tabla 7: Tabla de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**



La conclusión directa de este análisis es que el impacto de cada componente no solo depende del material del que está fabricado, sino que también es igual o más importante el escenario de fin de vida que se le aplique.



**Figura 9: Gráfica de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**

## 4.2.- LUMINARIA ALHAMA

### 4.2.1.- Descripción del producto

La luminaria Alhama es una luminaria estanca de fluorescentes diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un exterior liso y con prismas longitudinales interiores y superficies frontales ligeramente rugosas para favorecer el reparto de la luz emitida por los fluorescentes.

La carcasa está fabricada en policarbonato de color gris claro. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. Puede colocarse la conexión a red por su frontal o a través del techo.



**Figura 10: Fotografía de un modelo Oleveon-Alhama**

Las características funcionales de este tipo de luminarias son:

Características funcionales generales del modelo 228
--

Potencia eléctrica	2x28w (56w)
Lumens	4268
IP	66
IK	07
Tipo de Conexión	Interior
Suministro	Sin cerrar, Con la carcasa apilada sobre difusor y sin fluorescentes
Mantenimiento	Fluorescentes: 200000 h aprox
Duración estimada	> 50000 h

**Tabla 8: Descripción modelo Alhama 2x36w**

Este tipo de luminaria ofrece una gran cantidad de posibilidades de configuración. Como se puede ver en el listado de piezas posibles, hay piezas que pueden ser de un material u otro. A continuación se exponen las opciones:

- Clip de apriete del difusor con la carcasa: Este elemento es fabricado en metal y en poliamida.
- El difusor puede ser fabricado con Policarbonato (PC), metacrilato (PMMA) y SAN.
- El sistema eléctrico puede ser con reactancias o electrónico. En el caso de que sea con reactancias, el producto dispondrá de un cebador, un portacebador y una reactancia.

#### **4.2.3.- Cálculo con EcoTOOL**

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria en la configuración básica de la Alhama (Opción "A" de Anexos) con el Eco-Indicador 99 v2.09 se presentan en las siguientes tablas.

ENVIRONMENTAL IMPACT	4358,9303	mPt
KG eq CO2	22,86179	Kg

**Tabla 9: Resultados con EcoTool del modelo Alhama 2x36w**

#### 4.2.4.- Cálculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool. Es por ello que solo se va a calcular un caso de los 12, el genérico del modelo, la opción "A", que es la opción más representativa de este modelo de luminaria.

Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Environmental Impact	Pt	4,38855259
Kg eq CO2	Kg	22,08

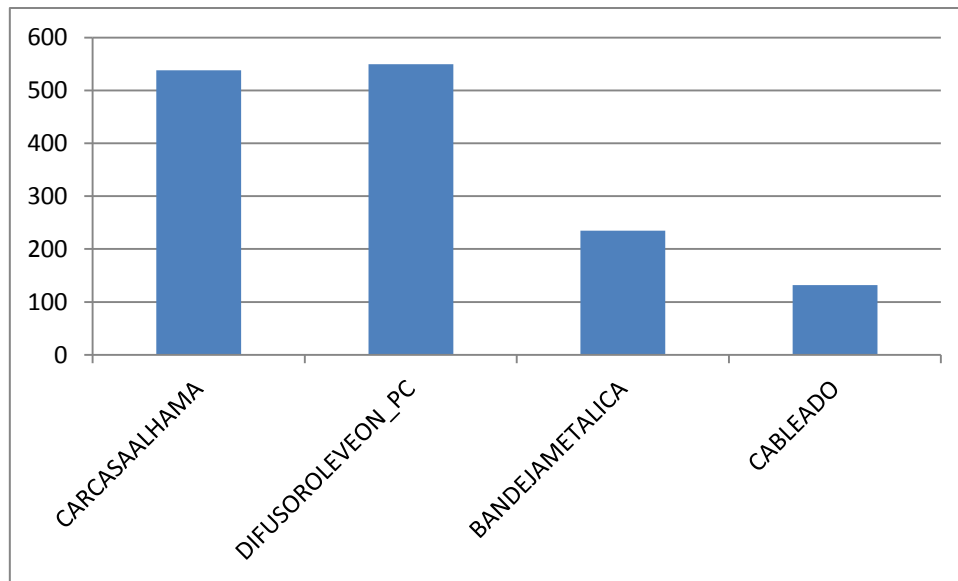
**Tabla 10: Resultados con Simapro del modelo Alhama 2x36w**

A la vista de los resultados se puede afirmar que la herramienta EcoTool nos proporciona datos verosímiles y que podemos fiarnos del software.

#### 5.2.7.- Conclusiones

A la vista de los resultados podemos obtener unas conclusiones parecidas a las que hemos sacado de la luminaria Oleveon.

En los resultados se puede observar que los elementos mecánicos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, el difusor, la carcasa, la bandeja metálica y el cableado. A continuación se muestra una gráfica donde se registran los impactos más relevantes por componente mecánico de la luminaria.

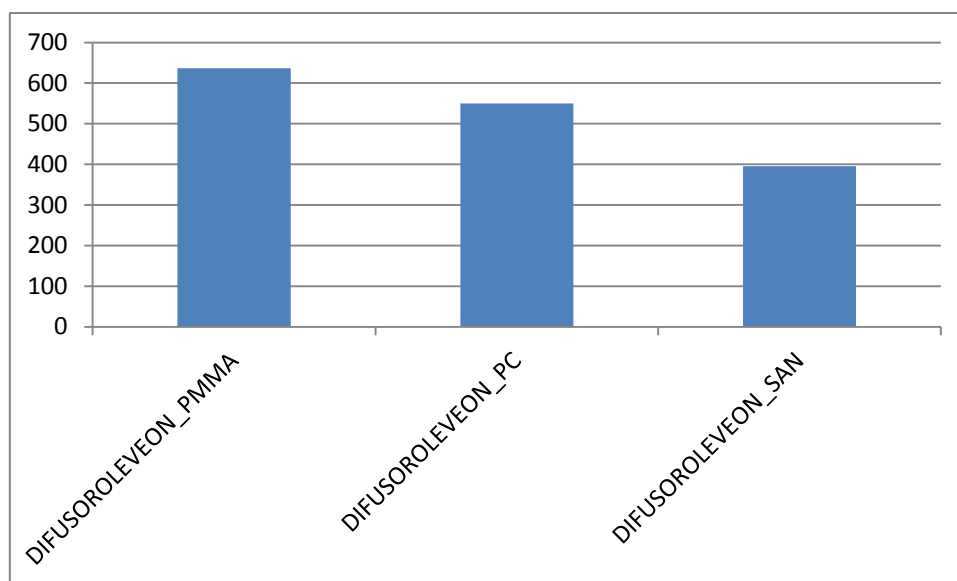


**Figura 11: Tabla de elementos más impactantes de la luminaria Alhama**

El componente con mayor impacto es el difusor. Como se puede ver en la gráfica, su impacto depende mucho del material con el que esté fabricado, siendo de impacto más bajo aquellos difusores fabricados con SAN.

El diseñador mecánico solo puede influir en elementos mecánicos (valga la redundancia) y no se plantea en este trabajo analizar cómo podría disminuir el impacto medioambiental del conjunto influyendo sobre los elementos eléctricos y/o electrónicos. Es por ello que sólo haremos un análisis de sensibilidad de los dos componentes mecánicos más impactantes, la carcasa y el difusor.

Si se observa en los anexos, los diferentes materiales utilizados en la fabricación del difusor tienen gran importancia de cara al resultado final. Se muestra a continuación una gráfica mostrando la diferencia de impacto entre los tres materiales para un mismo elemento, el difusor.



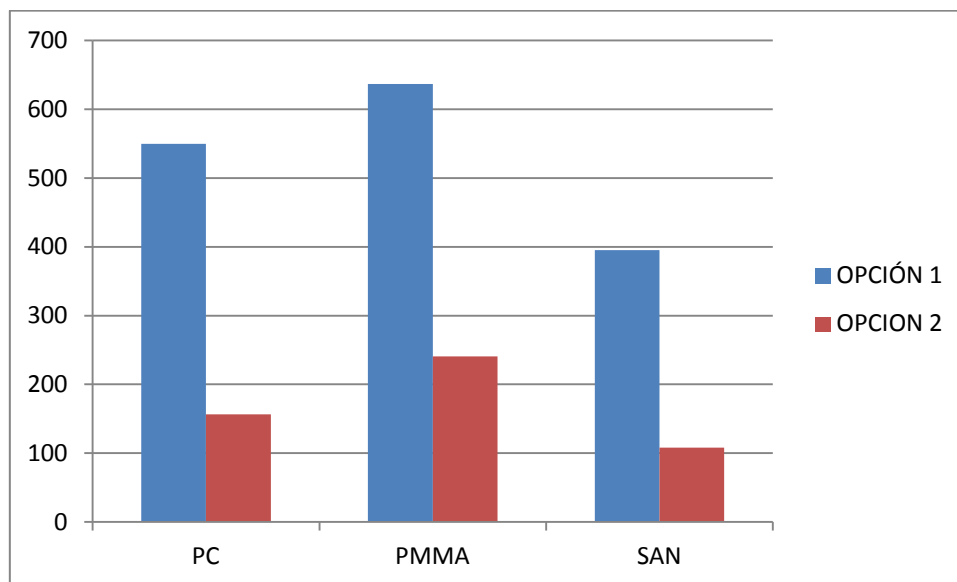
**Figura 12: Gráfica de comparación entre el impacto del difusor con diferentes materiales**

Además de que el impacto puede variar en función del material empleado en el difusor, se puede hacer un análisis de escenarios de fin de vida. Como resultado de este análisis se obtiene:

Escenario Fin de vida	Material del difusor					
	PC		PMMA		SAN	
	Impacto	CO2	Impacto	CO2	Impacto	CO2
<b>OPCIÓN 1</b> Reciclado 0% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 95%	549,59	5,13	636,68	4,71	395,28	2,81
<b>OPCION 2</b> Reciclado 95% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 0%	156,62	1,98	240,85	1,87	108,3	1,44

**Tabla 11: Tabla de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**

La conclusión directa de este análisis es que el impacto de cada componente no solo depende del material del que está fabricado, sino que también es igual o más importante el escenario de fin de vida que se le aplique.



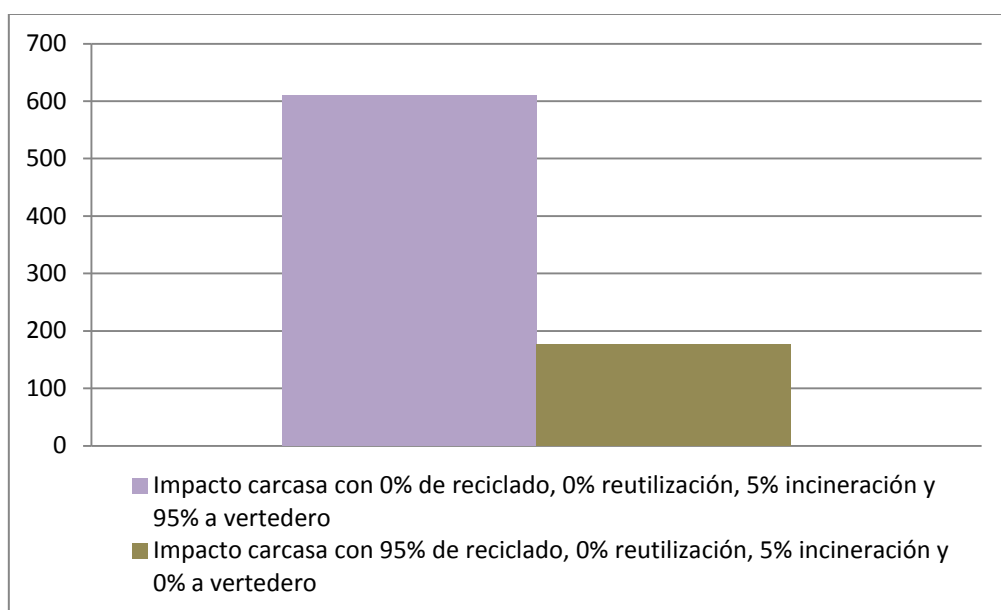
**Figura 13: Gráfica de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**

Por otro lado, también se puede observar la diferencia de impacto medioambiental que tiene la carcasa dependiendo del fin de vida que se le aplique.

En este modelo, la carcasa es de material termoplástico (policarbonato), fabricado por inyección, cuyo fin de vida consiste en 0% de reciclado, 0% reutilización, 5% incineración y 95% a vertedero, por lo que el 100% del componente impacta. Sin embargo si el fin de vida consistiese en 95% de reciclado, 0% reutilización, 5% incineración y 0% a vertedero, el impacto del componente se reduciría hasta 175,96 mPt, lo que supone una disminución de un 71%.

Impacto carcasa con 0% de reciclado, 0% reutilización, 5% incineración y 95% a vertedero	609,41	mPt
Impacto carcasa con 95% de reciclado, 0% reutilización, 5% incineración y 0% a vertedero	175,96	mPt

**Tabla 12: Impacto de carcasa con diferentes escenarios de fin de vida**



**Figura 14: Gráfica de comparación de impacto con diferentes escenarios de fin de vida**



## 4.3.- LUMINARIA NEXTREMA

### 4.3.1.- Descripción del producto

La luminaria Nextrema es una luminaria estanca de diodos LED diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un interior y un exterior liso.

La carcasa está fabricada en aluminio inyectado y pintada de color gris. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. La conexión debe ser colocada a red por su frontal.



**Figura 15: Fotografía del modelo Nextrema**

Las características funcionales de este tipo de luminarias son:

Características funcionales generales del modelo	
Potencia eléctrica	55 W
Lumens	4000 lm
IP	65
IK	07
Tipo de Conexión	Interior

Suministro	Sin cerrar, Con la carcasa apilada sobre difusor y sin fluorescentes
Mantenimiento	Ninguno
Duración estimada	> 50000 h

**Tabla 13: Descripción modelo Zaleda- Nextrema**

#### 4.3.2.- Cálculo con EcoTOOL

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria con el Eco-Indicador 99 v2.08 se presentan en las siguientes tablas.

ENVIRONMENTAL IMPACT	3897,26	mPt
KG eq CO2	19,08000	Kg

**Tabla 14: Resultados con EcoTool del modelo Zaleda-Nextrema**

#### 4.3.3.- Calculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool.

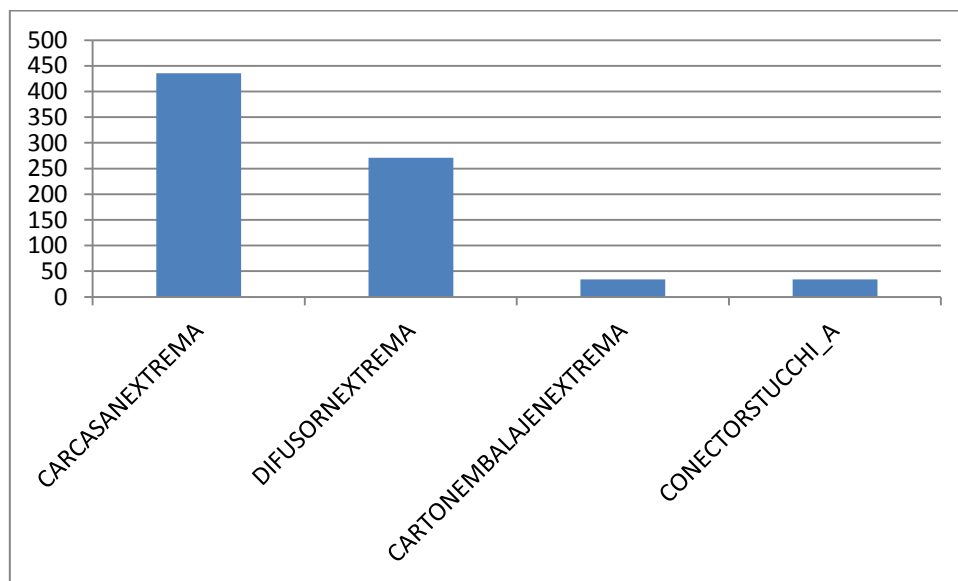
Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Environmental Impact	Pt	4,0211972
KG eq CO2	Kg	19,76

**Tabla 15: Resultados con Simparo del modelo Zaleda-Nextrema**

#### 4.3.4.- Conclusiones

En los resultados se puede observar que los elementos mecánicos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, la carcasa, el difusor, el cartón de embalaje y el conector Stucchi "A". A continuación se muestra la tabla donde se registran los impactos más relevantes por componente mecánico de la luminaria.



**Figura 16** Tabla de elementos más impactantes de la luminaria Nextrema

La carcasa presenta un impacto muy alto. Es interesante en este caso realizar un análisis de sensibilidad en cuanto a su fin de vida.

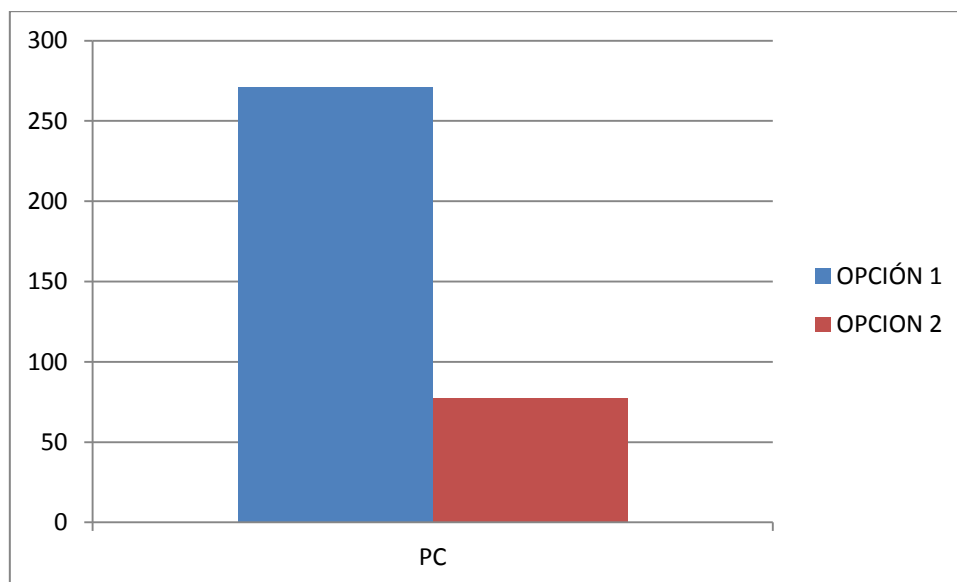
El segundo componente con mayor impacto es el difusor. Cuyo material base es el policarbonato. Es importante destacar que la razón principal por la que el difusor de PC de la luminaria Nextrema es casi la mitad que el difusor del mismo material para las otras luminarias debido a que en el caso de la luminaria Nextrema, el material está mucho más optimizado y aunque cumplen la misma función, en la Nextrema se usa aproximadamente la mitad de material (comparar pesos en anexos).

Además de que el impacto puede variar en función del material empleado y de su cantidad, se puede hacer un análisis de escenarios de fin de vida. Como resultado de este análisis se obtiene:

Escenario Fin de vida	PC	
	Impacto	CO2
<b>OPCIÓN 1</b> Reciclado 0% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 95%	270,73	2,53
<b>OPCION 2</b> Reciclado 95% Reutilización 0% Incineración 5% Vertedero 0%	77,39	0,98

**Tabla 16: Tabla de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**

La conclusión directa de este análisis es que el impacto de cada componente no solo depende del material del que está fabricado, sino que también es igual o más importante el escenario de fin de vida que se le aplique.



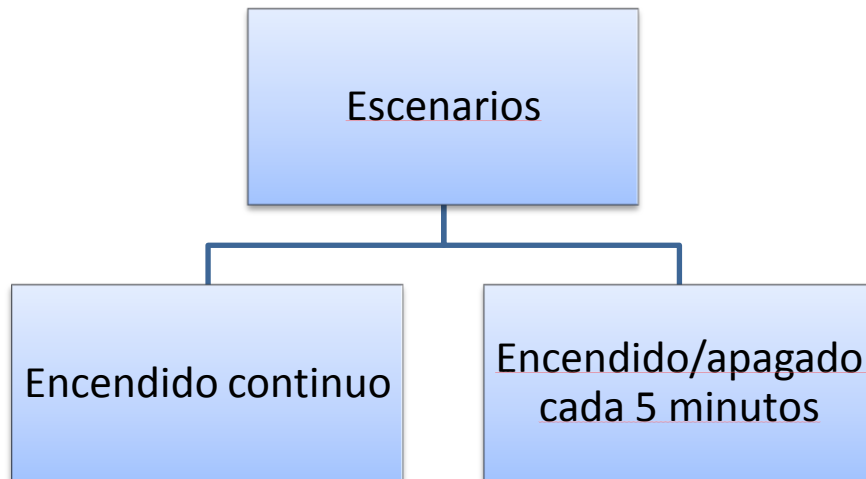
**Figura 17: Gráfica de comparación de impacto del difusor con diferentes escenarios de fin de vida**

## 5.- OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

### 5.1.- CONSIDERACIÓN DE USO

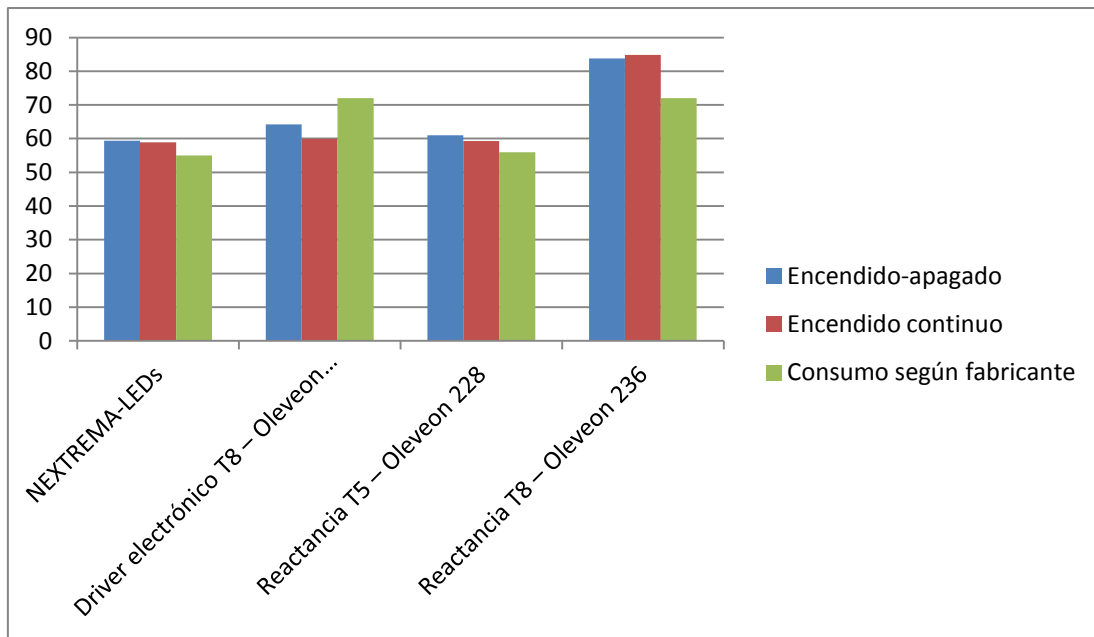
Esta etapa se centra en el uso del producto por parte del consumidor. El producto diseñado y fabricado en el presente trabajo se considera un producto activo porque necesita recursos consumibles auxiliares para su empleo (energía eléctrica), a diferencia de los pasivos, que no necesitan ningún recurso consumible.

Se han estudiado dos escenarios posibles de uso:



**Figura 18: Escenarios de pruebas de consumo**

Si graficamos los resultados se puede ver un resumen más generalizado de estos:



**Figura 19: Resultados de los consumos medidos en vatios (w)**

Mirando la gráfica y analizando los resultados podemos decir que el tipo de uso que se le dé a las luminarias influirá en su consumo energético, ya que en todas ellas la barra azul de la roja difiere de la azul hasta en un 10,71% (Driver electrónico T8 – Oleveon 236). Además cabe destacar que las condiciones de medida del fabricante difieren seguro de las nuestras, porque llega a haber hasta un 12% de diferencia (Driver electrónico T8 – Oleveon 236).

Una vez medido cuál es el consumo de cada uno de los tipos de luminarias antes definidas, es momento de realizar los cálculos de impacto de estos consumos. Para ello cabe destacar que el cálculo del impacto ha de hacerse a lo largo de toda la vida útil de la luminaria que supondremos serán 50000 horas de uso.

También es importante definir el tipo de MIX al que sometemos este consumo.

La expresión MIX energético alude a la combinación de las diferentes fuentes de energía que cubren el suministro eléctrico de una zona. Es importante este dato ya que no es lo mismo que la energía sea producida con energías renovables que con energías nucleares, energías de centrales térmicas, hidroeléctricas, etc.

El fabricante nos ha aportado la información sobre el MIX más común en cada una de las luminarias, pudiendo hacer un análisis con dos escenarios posibles. El primero sería con un MIX GENÉRICO que sería una media ponderada de todos los

mix energéticos de los países en los que vende el fabricante luminarias estancas, y un MIX por MODELO, que sería la media de los mix empleados mundialmente de cada uno de los modelos de luminarias estancas definidas en este trabajo.

Aplicando los impactos de cada uno de los MIX a cada uno de los escenarios de consumo y a cada uno de las luminarias:

MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX NEXTREMA ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX NEXTREMA CO2 KG
NEXTREMA	CATALOGO	55	50000	2750	94,30	1481,68
	REAL DISCONTINUO	59,4	50000	2970	101,84	1600,21
	REAL CONTINUO	58,9	50000	2945	100,99	1586,74

**Tabla 17: Resultados de impacto de los diferentes consumos de las diferentes luminarias con MIX de luminaria NEXTREMA**

MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX OLEVEON ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX OLEVEON CO2 KG
OLE 228 T5 ELECTRONICO	CATALOGO	56	50000	2800	92,16	1227,29
	REAL DISCONTINUO	61	50000	3050	100,39	1336,87
	REAL CONTINUO	59,3	50000	2965	97,59	1299,62
OLE 236 T8 ELECTRONICO	CATALOGO	72	50000	3600	118,49	1577,95
	REAL DISCONTINUO	64,2	50000	3210	105,65	1407,00
	REAL CONTINUO	59,9	50000	2995	98,58	1312,77
OLE 236 T8 MAGNETICO	CATALOGO	72	50000	3600	118,49	1577,95
	REAL DISCONTINUO	83,8	50000	4190	137,91	1836,56
	REAL CONTINUO	84,8	50000	4240	139,56	1858,47

**Tabla 18: Resultados de impacto de los diferentes consumos de las diferentes luminarias con MIX de luminaria OLEVEON**

MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX GENERICO ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX GENERICO CO2 KG
NEXTREMA	CATALOGO	55	50000	2750	91,29	1220,14
	REAL DISCONTINUO	59,4	50000	2970	98,60	1317,75
	REAL CONTINUO	58,9	50000	2945	97,77	1306,66
OLE 228 T5 ELECTRONICO	CATALOGO	56	50000	2800	92,95	1242,32
	REAL DISCONTINUO	61	50000	3050	101,25	1353,24
	REAL CONTINUO	59,3	50000	2965	98,43	1315,53
OLE 236 T8 ELECTRONICO	CATALOGO	72	50000	3600	119,51	1597,27
	REAL DISCONTINUO	64,2	50000	3210	106,56	1424,23
	REAL CONTINUO	59,9	50000	2995	99,43	1328,84
OLE 236 T8 MAGNETICO	CATALOGO	72	50000	3600	119,51	1597,27
	REAL DISCONTINUO	83,8	50000	4190	139,10	1859,05
	REAL CONTINUO	84,8	50000	4240	140,76	1881,23

**Tabla 19: Resultados de impacto de los diferentes consumos de las diferentes luminarias con MIX genérico**

## 5.2.- CONSIDERACIÓN DE TRANSPORTE

La etapa de transporte hace referencia a todo lo relacionado con el movimiento del producto o de alguno de sus elementos a lo largo del Ciclo de Vida, incluyendo el transporte de las materias primas hasta el centro de transformación, así como el del producto acabado hasta el usuario final.

Para evaluar el proceso de transporte y distribución de nuestro producto se ha supuesto el uso de camiones de dimensiones medias (22 toneladas) para el transporte dentro de España. De forma similar, para la distribución internacional por camión, se consideran camiones de 22 toneladas con normativa de emisiones EURO IV.

Para los modelos de luminarias consideradas en este trabajo hemos calculado la distribución al consumidor a nivel europeo. Para realizar los cálculos se han

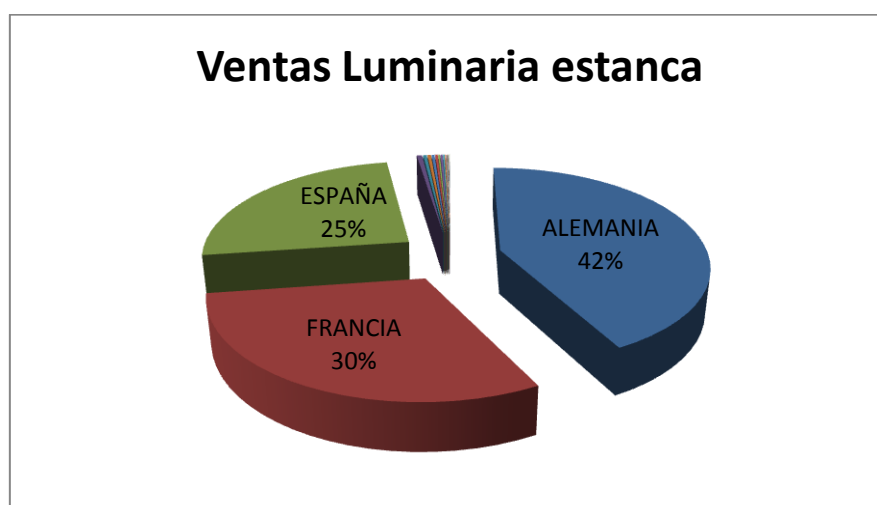


empleado las tres principales zonas de distribución a nivel europeo: Alemania, España y Francia.



**Figura 20: Volumen de ventas mundiales de luminarias estancas**

Se ha realizado esta consideración ya que el número de ventas de luminarias estancas que hace el fabricante es mucho más relevante en estos países. Estas consideraciones se pueden apreciar en los siguientes gráficos.



**Figura 21: Porcentaje de ventas de Luminarias estancas**

Debido a que el 97% de las luminarias que se venden es a estos tres países (Francia, Alemania y España), y a que el transporte y distribución del producto a ellos es en camión, quedan fuera del análisis los impactos a otros países aunque a muchos de ellos el transporte sea por avión y/o barco.

Es importante saber también la cantidad de productos que podremos transportar en cada unidad de transporte. No es lo mismo poder llevar el camión completo de producto, ya que este puede ser apilado y el volumen del camión al 100% no supere la carga máxima de este, que tener que llevar el camión a menos del 100% de la carga porque sobrepasamos el peso máximo permitido.

Por lo que se puede apreciar, los camiones podrán ir al 100% de ocupación sin que se sobrepase su peso máximo admitido.

Una vez analizado los países y los medios de transporte con los que serán destinadas las luminarias, debemos analizar los kilómetros que una luminaria media recorrerá hasta el punto de destino. Esta labor lleva consigo la recopilación de mucha información así como la aceptación de muchas suposiciones. En este trabajo contabilizaremos los kilómetros recorridos desde el punto de fabricación (Alhama de Aragón-Zaragoza) hasta los puntos de distribución de cada uno de los países (capitales). Pero si es verdad que faltaría contabilizar el recorrido desde estos centros de distribución hasta el punto de destino, incluyendo puntos de venta, tiendas al por mayor, por menor, etc.



Se puede apreciar su bajo impacto con respecto a los materiales y procesos, por lo que se podría despreciar.

### **5.3.- OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS**

Otro de los objetivos del diseñador mecánico es conseguir fabricar cada uno de los elementos de un conjunto con los procesos de producción más eficientes tanto económicamente como medioambientalmente. A esto es lo que se conoce como Producción Limpia.

Lo que se ha realizado en este trabajo en cuanto a este apartado es caracterizar de la manera más exacta posible los procesos reales que se utilizan para la fabricación en planta de cada uno de los componentes.

Se ha realizado esta labor debido a que aunque en la base de datos de Ecoinvent v2.2 todos los procesos están perfectamente caracterizados, estos están caracterizados de forma generalizada para el mismo proceso en toda Europa. Este dato está más que contrastado (debido al precio y la calidad de la base de datos) pero somos muy conscientes que no es lo mismo un proceso de inyección o de termoconformado en un país del norte de Europa, con unas temperaturas muy bajas, que en un país del sur de Europa, donde las temperaturas ambientales son mucho mayores. Es de suponer que el consumo eléctrico necesario para calentar la fábrica será menor en estos países.

Es por esta razón por la que se han caracterizado los procesos que intervienen en la fabricación de varios elementos de las luminarias. Concretamente se han elegido los procesos de inyección de Policarbonato para la fabricación de los difusores y el termoconformado para carcasas de SMC (Oleveon), ya que son los elementos, sin incluir los componentes eléctricos, que más impactan.

Así pues:

Fabricación del Difusor de Policarbonato: Fabricado en una máquina de inyección de plástico de 1000 Tn de fuerza de cierre.



**Figura 23: Máquina de inyección medida**

Al resto de los valores se les modifica su valor de consumo eléctrico por el consumo real. Los resultados obtenidos para este proceso son:

Impact category	Unit	Real	General
Total	Pt	5,39E-02	0,11033006
Carcinogens	Pt	0,004303254	2,98E-05
Resp. organics	Pt	1,52E-05	3,53E-05
Resp. inorganics	Pt	0,016936673	0,000513803
Climate change	Pt	5,68E-03	6,19E-04
Radiation	Pt	0,000288309	1,13E-03
Ozone layer	Pt	2,34E-06	1,60E-03
Ecotoxicity	Pt	0,000865099	2,06E-03
Acidification	Pt	0,000819835	1,27E-02
Land use	Pt	0,001418827	0,013757867
Minerals	Pt	0,000429368	2,69E-02
Fossil fuels	Pt	0,023131158	0,051059959

**Tabla 22: Valores de impacto del proceso de inyección**

Fabricación de la carcasa: Fabricado en una prensa de termoconformado con un molde de dos cavidades.



**Figura 24: Máquina de termoconformado medida**

El consumo energético medido en la máquina es de 172.42 wh/kg de la prensa y 207.96 wh/kg de los atemperadores de molde (macho y hembra), por lo que el total de consumo eléctrico asciende a 380.388 wh /kg.

Dejando todos los valores que usa Simapro (base de datos Ecoinvent) y modificando el valor de consumo eléctrico por el real.

Impact category	Unit	Real	General
Total	Pt	0,042328451	0,046797875
Carcinogens	Pt	0,002359092	5,23E-03
Resp. organics	Pt	1,74E-05	1,82E-05
Resp. inorganics	Pt	0,01050393	1,21E-02
Climate change	Pt	0,004010407	0,004883507
Radiation	Pt	0,000115221	2,21E-04
Ozone layer	Pt	1,35E-06	1,27E-06
Ecotoxicity	Pt	0,000735691	0,001029802
Acidification	Pt	0,000477573	0,000499931
Land use	Pt	0,003436355	0,003461018



Minerals	Pt	0,000350179	0,000353679
Fossil fuels	Pt	0,020321279	0,018990341

**Tabla 23: Valores de impacto del proceso de termoconformado**

#### **5.4.- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES**

En lo que se refiere a este apartado, se han caracterizado todos los elementos hasta la profundidad que ha sido posible. Todos los elementos marcados con una "E" son Elementos caracterizados a partir de los datos de materiales, procesos y transportes internos dentro de la empresa, y los procesos marcados con una "P" son procesos caracterizados a partir de otros procesos.

Por poner un ejemplo, en la caracterización de una reactancia, se han tenido en cuenta los materiales que la conforman (chapa, ferrita, cobre, acero, nylon, etc.), así como los procesos que son necesarios para su manufacturación (inyección, trabajo de los materiales metálicos, etc.)

**Known outputs to technosphere. Products and co-products**

Name	Amount
ZALUX Stucchi Macho Estimación	21,02

(Insert line here)

**Known outputs to technosphere. Avoided products**

Name	Amount
(Insert line here)	

**Inputs**

**Known inputs from nature (resources)**

Name	Sub-compartment	Amount
(Insert line here)		

**Known inputs from technosphere (materials/fuels)**

Name	Amount
Nylon 6, glass-filled, at plant/RER U	10,73
Polyurethane, flexible foam, at plant/RER U	1,14
Injection moulding/RER U	11,87
Copper, at regional storage/RER U	9,15
Copper product manufacturing, average metal working/RER U	9,15

**NAME**

- E Stucchi Hembra with prefix
- E Stucchi Macho with prefix
- E Tira LED Nextrema 1 with prefix
- E Tira LED Nextrema 2 con fit
- E Wire: Power cable with fixed
- E Wire: Small cable PVC cover
- E Wire: Small cable silicone cover
- M0 Aluminium, production mix
- M0 Aluminium, recycled
- M0 Brass
- M0 Bronze
- M0 Cast iron
- M0 Copper
- M0 Ferrite
- M0 Galvanized steel
- M0 Stainless steel 18/8
- M0 Steel, converter, unalloyed
- M0 Steel, low-alloyed
- M1 ABS
- M1 EPDM
- M1 EPS

**ENVIRONMENTAL IMPACT (mPt/gr)**

3,9225300

Material Recycling Reuse Landfilling Incineration Carbon footprint

Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10
8	0	0	11	0	1	0	0	0	0

**ENVIRONMENTAL IMPACT CATEGORIES (mPt/gr)**

Minerals	0,00005007938	Fossil fuels	0
Ecotoxicity	0,00007064303	Resp. Organics	0,00000318624
Ozone layer	0	Acidification	0,00007980247
Carcinogens		Resp. Inorganics	
Radiation		Climate change	
		Land use	0

**Dataset =**  
**Materials +**  
**Processes +**  
**¿Transportation? +**  
**End-of-life**

NEW MATERIAL MODIFY MATERIAL DELETE MATERIAL CLOSE HELP

Figura 25: Ejemplo de configuración de la base de datos propia

## 6.- DISCUSIÓN Y COMPARATIVA

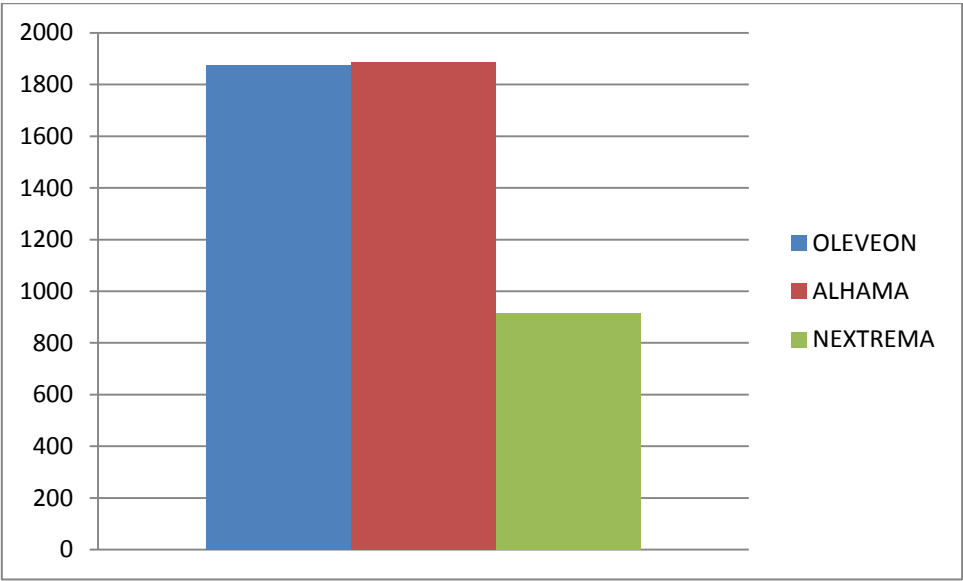
Como se ha visto a lo largo del trabajo, los resultados obtenidos de todos los análisis realizados pueden ser objeto de una amplia discusión teniendo en cuenta la cantidad de datos, hipótesis, enfoque mecánico, etc.

Se puede considerar que se ha llegado a un nivel de detalle muy profundo en los Análisis de Ciclo de Vida (ACV) realizados ya que se profundizado mucho en la caracterización de todos los elementos mecánicos, así como en los procesos. Un ejemplo claro de esto es el análisis realizado de la etapa de uso, de la medición de consumo de las máquinas de inyección y termoconformado, y de los transportes como la distribución según ventas.

Se muestra a continuación un resumen de los resultados de impacto medioambiental por componentes mecánicos de los tres tipos de luminarias estudiadas, centrándonos en el caso de la Oleveon y la Alhama en las opciones básicas "A".

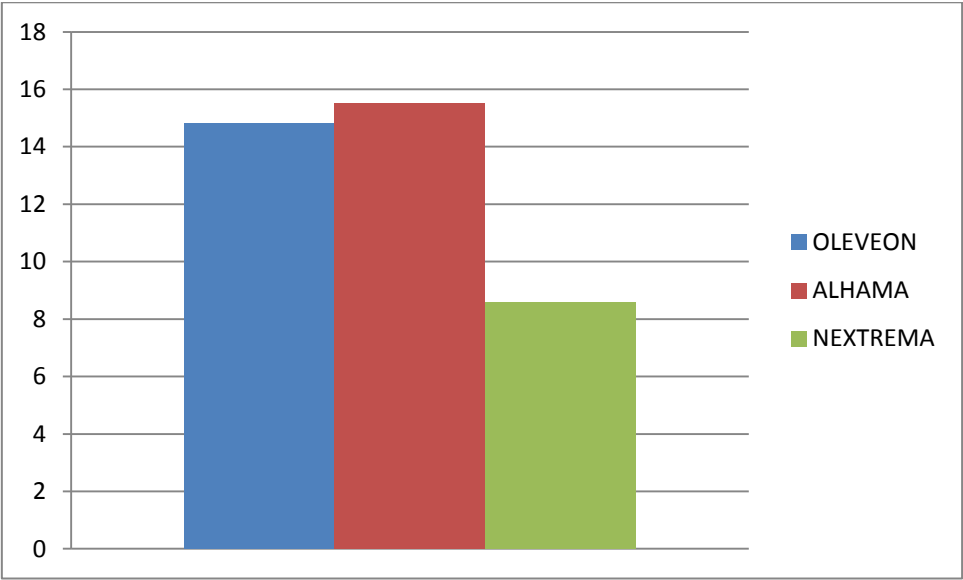


Para el impacto en mPt:



**Figura 26: Impacto de componentes mecánicos de las diferentes luminarias**

Para la huella de carbono en KG eq CO2:



**Figura 27: Huella de carbono de componentes mecánicos de las diferentes luminarias**

Analizando los resultados, se puede concluir que el conjunto de componentes mecánicos de las dos luminarias de fluorescentes tienen mucho más impacto y

mucha más huella de carbono que los componentes mecánicos de las luminarias de tecnología LED.

Para analizar el por qué de esta diferencia se deben comparar el impacto de los elementos más influyentes en cada uno de ellos.

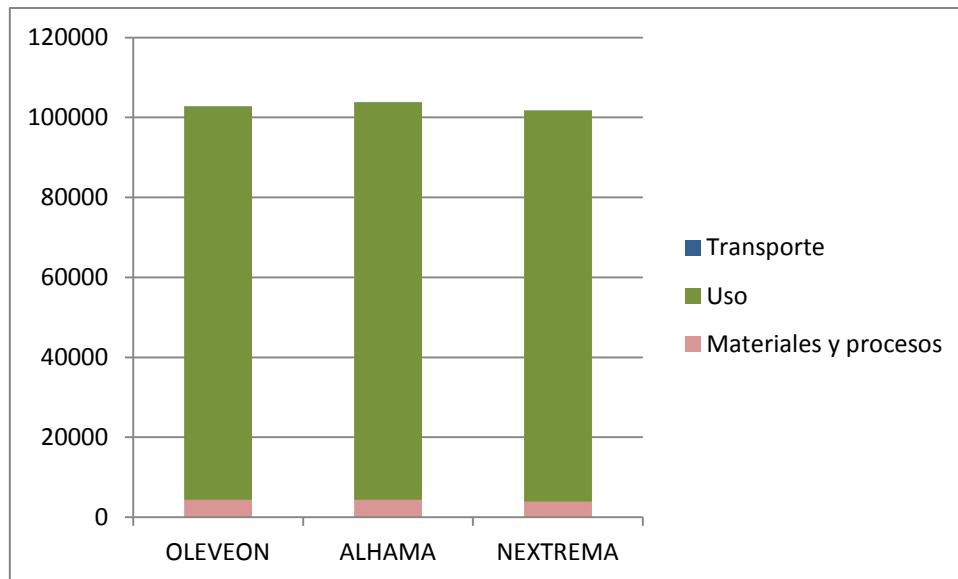
Se puede apreciar que el difusor para el caso de la Nextrema está mucho más optimizado y aunque el tipo de material sea el mismo, la cantidad de este es mucho menor (530 gramos frente a 277 gramos), siendo esta la razón por la que el difusor del modelo LED impacta mucho menos que sus competidores. Se puede apreciar una diferencia de casi 300 mPt entre la carcasa de Alhama-Oleveon y la carcasa de la luminaria Nextrema.

Sin embargo, en cuanto a las carcasas, tienen impactos del mismo orden de magnitud, habiendo unas diferencias de unos 100 mPt aproximadamente.

Además, la luminaria Nextrema no necesita componentes altamente impactantes como son la bandeja metálica (280mPt), el cableado (130mPt), cebador (60mPt), o el portafluorescente (40mPt).

En cuanto a los resultados totales (teniendo en cuenta también la parte electrificada), a los impactos calculados por componentes deberían añadirse los impactos calculados sobre el impacto del consumo eléctrico y sobre el impacto del transporte de distribución.

Es por ello que, tomando el caso de un consumo eléctrico continuo y usando un MIX energético genérico para todas las luminarias y el transporte de distribución unificado.:



**Figura 28: Representación gráfica de la suma de los diferentes impactos**

Como se puede ver en la gráfica anterior, la fase que más impacto medioambiental produce es la fase de uso (consumo eléctrico).

En este tipo de producto (luminarias estancas), al ser un producto con una vida de funcionamiento muy larga, 50000h, el consumo total en kWh es muy alto, por lo que se generan impactos medioambientales y emisiones de co2 muy altos causadas por la electricidad. Para hacernos una idea, una luminaria consume en las 50000h, sobre los 3000kWh (suponiendo 60W), es decir, 525 kWh/año, mientras que una nevera de eficiencia "A+++" consume 150 kWh/año.

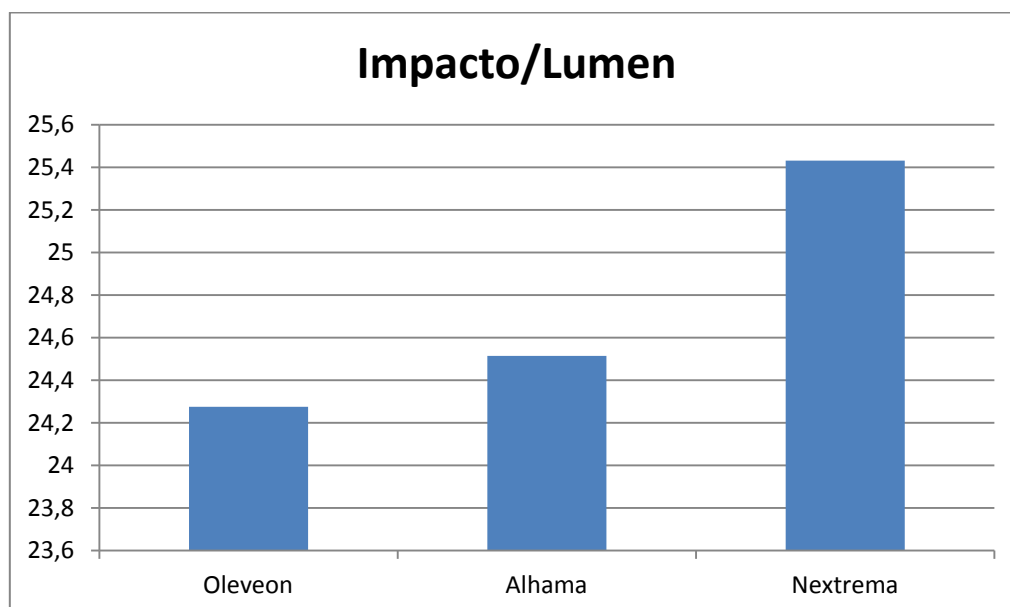
Por tanto, al ser la etapa de uso tan prolongada, su importancia en el impacto ambiental es también muy alta. Pero el diseñador mecánico no puede mejorar la eficiencia de los LED, ni de la electrónica, ni cambiar el MIX eléctrico.

Además, existe otro factor que influye en el impacto y que causa un aumento de este en el caso de las luminarias fluorescentes. El factor del que hablamos es el mantenimiento. Como se ha indicado en el apartado de la luminaria LED, esta no tiene mantenimiento, pero los fluorescentes si, considerando que estos tienen una vida útil de 20000h. Si estamos teniendo en cuenta una vida útil de las luminarias de 50000h, habrá que multiplicar por 2,5 el impacto de los fluorescentes y sumárselo a las luminarias que los lleven. ( $2,5 \cdot 311,88$  para el impacto de fluorescentes T5;  $2,5 \cdot 2,25$  para la huella de carbono).

A pesar de la diferencia de impacto medioambiental entre una tecnología y otra, la comparativa de resultados entre modelos debemos hacerlas según la unidad funcional explicada anteriormente, que son los lúmenes. El dato relevante que se va buscando a lo largo de todo el trabajo es saber cuánto impacta una unidad de "cantidad de luz" (lumen) generada por cada uno de los tipos de luminarias con las diferentes tecnologías aplicadas (fluorescente y LED). Es por ello que si tenemos en cuenta la generación de luz de cada uno de las luminarias analizadas:

	Oleveon	Alhama	Nextrema
Lúmenes	4268	4268	4000
Impacto Componentes+Uso+Transportes	102825,640	103847,730	101726,060
Impacto mantenimiento	779,625	779,625	0
Impacto total	103605,265	104627,355	101726,06
Impacto/Lumen	24,275	24,514	25,432
Kg eq CO2 Componentes+Uso+Transportes	1338,182	1352,274	1326,312
Kg eq CO2 mantenimiento	4,5	4,5	0
Kg eq CO2 Total	1342,682	1356,774	1326,312
Kg eq CO2/Lumen	0,315	0,318	0,332

**Tabla 24: Resultados de impacto por lumen de cada tipo de luminaria**



**Figura 29: Representación gráfica del impacto por lumen de cada luminaria**

## 7.- CONCLUSIONES

### 7.1.- CONCLUSIONES DE LOS ANÁLISIS DE CICLOS DE VIDA

Tras la realización de todos y cada uno de los Análisis de Ciclo de Vida desarrollados a lo largo del trabajo, y a la luz de los resultados obtenidos, se han obtenido las siguientes conclusiones:

- Se puede apreciar que los impactos totales de los tres tipos de luminaria, teniendo en cuenta los componentes, la fase de uso, los transportes e incluso el mantenimiento, son muy parecidos. Cabe destacar que si comparamos la antigüedad de las tecnologías, es de sobra conocido el conocimiento existente sobre la tecnología fluorescente. Es debido a este conocimiento que todos sus elementos están casi optimizados al máximo, lo que obliga a hacer grandes esfuerzos en labor de investigación para obtener una tecnología más eficiente en todos los sentidos. Es por ello que, aunque el impacto por unidad de lumen sea mayor en la tecnología LED, esta tecnología tiene un gran margen de mejora porque en estos momentos está en los inicios de su desarrollo.
- Otro aspecto muy claramente apreciable del análisis realizado es que la fase de uso es la que predomina en cuanto a impacto medioambiental se refiere. Después de un amplio trabajo de comparación entre diferentes MIX eléctricos tanto por países de venta como por modelo de luminaria, se vio que este impacto está muy influenciado por el tipo de MIX elegido. Además de este factor, el tipo de tecnología empleada influye en la eficiencia de la luminaria. Es por ello que no es lo mismo tener, en el caso de las luminarias fluorescentes, un regulador electrónico (como se han realizado los cálculos), que tener reactancias y cebadores (ver anexo 5), ya que el impacto del consumo se puede ver modificado hasta en un 40%.
- Otra de las conclusiones que podemos obtener de este trabajo ha sido ver la diferencia entre impactos, a nivel de componente únicamente, entre los tipos de tecnologías. En las luminarias de tecnología fluorescente asciende a órdenes de 4300-4400 mPt, mientras que en la tecnología LED obteníamos órdenes de 3900 mPt. Como se puede apreciar en los anexos de cálculos (anexos 2, 3 y 4) los componentes que más impactan en cada uno de los

modelos son los componentes electrónicos, que en los tres casos rondan el 70-75% de impacto del total de los componentes.

- Como se ha comentado a lo largo del trabajo, el enfoque de este es puramente mecánico. Si nos centramos en los componentes en los que un Ingeniero Mecánico puede influir, se pueden apreciar causas del por qué la luminaria LED impacta (a nivel de componentes mecánicos) menos que las demás. La causa principal es que su carcasa está realizada en un material cuyo fin de vida es del 91% de reciclado, no siendo además interesante un escenario diferente, ya que una pieza de 2kg de aluminio es una pieza que tiene un alto índice de probabilidades de reciclarse. Además para cumplir la función que esta carcasa realiza en los otros modelos se necesitan muchos componentes de material termoplástico (impactan considerablemente) y una bandeja metálica, los cuales no tienen un fin de vida esperado como el aluminio.
- Siguiendo con las conclusiones del impacto de los componentes mecánicos, y en relación al punto anterior, debemos destacar la importancia y el papel que juegan en las valoraciones y los cálculos los diferentes escenarios de fin de vida que se puedan plantear. Como se ha comentado en el caso de la luminaria Nextrema, realizar los componentes con un material altamente reciclable puede disminuir mucho el impacto final de la pieza, y por el contrario, usar mucha variedad de materiales y que además estos no sean reciclables aumenta considerablemente el impacto medioambiental del producto. Esta conclusión se ve también reflejada en el análisis de sensibilidad del material para el caso de los difusores, pudiendo ser también interesante para el diseñador mecánico de cara a la disminución del impacto medioambiental, no solo una correcta elección del material, sino una correcta optimización de las densidades de este y de los espesores.
- En cuanto a los procesos de fabricación estudiados, se han observado la importancia de la optimización de los datos de estos procesos. Se han llegado a obtener impactos menores del 50% en el proceso de inyección medido en la planta que Zalux tiene en Alhama de Aragón con respecto a la base de datos utilizada (Ecoinvent v2.2). Es por ello que este trabajo también ha servido para comprobar la eficiencia de las máquinas de inyección que esta

empresa tiene funcionando en su centro de trabajo. Sin embargo también es necesario decir que para el proceso de termoconformado se han obtenido resultados muy parecidos a los de la base de datos utilizada.

- Si nos centramos en el trabajo que se ha realizado analizando los transportes, y más concretamente en la fase de distribución de producto, los cálculos realizados (ver anexo 5) concluyen que el impacto de esta fase es poco relevante, ya que aunque una luminaria haga muchos kilómetros para llegar a su destino final, los transportes se hacen en grandes volúmenes, por lo que la distancia por unidad de luminaria es muy pequeña. Sin embargo, he de destacar que el resultado obtenido no refleja el trabajo realizado, ya que a estas conclusiones se ha llegado después de analizar una cantidad ingente de datos facilitados por la empresa en cuanto a ventas, destino de esas ventas, medios de transporte hasta cada uno de los destinos, etc.
- Además de todas estas conclusiones este trabajo ha servido también para hacer una comparación entre software. Como se ha comentado, los análisis de ciclo de vida se han realizado doblemente con la intención de comparar resultados y fiabilidades de las herramientas (EcoTool y Simapro). Después de las horas pasadas con ambas herramientas, he concluido que si se hace un buen trabajo de preparación de base de datos, la herramienta EcoTool (desarrollada por el departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza) es una herramienta mucho más intuitiva y rápida de utilizar que Simapro.
- Por último, la realización del Anexo I que habla del estado del arte del “ecodiseño” ha servido para verificar que, aunque existen muchas líneas de investigación en cuanto al desarrollo sostenible en ingeniería, muchas etiquetas de respeto al medioambiente y recientes normativas desarrolladas, el ecodiseño en luminarias estancas no está muy desarrollado, por lo que es y será en un futuro inminente una línea de investigación para las empresas de este sector ya esta herramienta les proporcionará una reducción de los costes de producción, una mejora de la imagen de empresa, un nuevo factor de venta y una diferenciación en el mercado.

## **7.2.- CONCLUSIONES DEL TRABAJO FIN DE MASTER**

El proyecto se ha concluido cumpliendo todos los objetivos marcados inicialmente.

En primer lugar, en la sección 3, Estado del Arte, se ha realizado un repaso del estado actual del diseño ecológico, revisando su evolución en el tiempo, normativas y metodologías de cálculo.

También se han analizado los procesos que intervienen en el diseño mecánico, mostrando las funciones más importantes de cada uno de los componentes de los tres tipos de luminarias estudiadas, teniendo muy en cuenta los materiales, procesos de fabricación y montaje, y los transportes.

Además se ha evaluado el impacto ambiental de los tres modelos de luminarias mediante los diferentes Análisis de Ciclo de Vida llevados a cabo, realizándose en su caso un análisis de sensibilidad, detectando aquellos materiales o componentes que más impactan en cada caso y el por qué.

Por último, además de sacar las conclusiones oportunas de los resultados, se han analizado dos software, comprobando que los resultados obtenidos concuerdan, por lo que además de aprender a usarlos, se ha comprendido cuales son las fases de un Análisis de Ciclo de Vida. Además y como conclusión adicional hemos comprobado como el software "EcoTool", desarrollado en el Área de Ingeniería Mecánica, permite obtener resultados similares de una manera más simplificada e intuitiva.

Se ha mostrado la gran importancia que tiene el fin de vida en el impacto global (fin de vida del aluminio en la carcasa de la luminaria NEXTREMA). Además, puede ser interesante para el futuro líneas de investigación en las que se tengan en cuenta diferentes escenarios de fin de vida, teniendo en cuenta que muchos materiales pueden ser reciclados o no.





## 8.- BIBLIOGRAFÍA

- PFC Daniel Elduque Viñuales: " Análisis de Ciclo de Vida del Diseño Mecánico de las encimeras de inducción de segunda y cuarta generación"
- PFC Nicolas Ledesma Carpi: "Análisis sobre el diseño mecánico y ecológico de una encimera de inducción de primera generación"
- <http://www.asturias.es/portal/site/medioambiente>
- <http://www.ecolaningenieria.com>
- <http://www.lighting.philips.es>
- <http://www.zalux.com>
- <http://es.wikipedia.org>
- <http://blog.tommyimages.com/2009/06/photographing-under-fluorescent-lights.html>
- Análisis de ciclo de vida y huella de carbono: Dos maneras de medir el impacto ambiental de un producto (Ihobe, Sociedad Pública de Gestión Ambiental) noviembre de 2009.
- <http://www.brotherearth.com/es/ecoproduct/label.html>
- <http://es.canson.com/>
- El ecodiseño en ingeniería - Joaquim Lloveras Maciá - Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)
- The Eco-indicator 99: A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment (Mark Goedkoop and Renilde Spriensma)
- Green Public Procurement Indoor Lighting Technical Background Report (European Commission, DG Environment-C1, BU 9,1160 Brussels.)
- Desarrollo de una metodología para el diseño ecológico en productos de iluminación (AIMME-OTEA)







## **ANEXO I: ESTADO DEL ARTE**



<b>1.- ESTADO DEL ARTE:</b>	<b>77</b>
1.1.- ECODISEÑO, VALORACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL:	77
1.1.1.- Definición:	77
1.1.2.- Evolución histórica:	78
1.1.3.- Análisis de ciclo de vida:	83
1.1.4.- Normativa:	85
1.1.5.- Evaluación de impactos de ciclo de vida:	87
1.1.6.- Metodologías de cálculo para la evaluación de impactos de ciclo de vida:	92
1.1.7.- Bases de datos de ACV:	99
1.1.8.- Herramientas existentes:	103
1.1.9.- Etiquetas ecológicas:	109
1.2.- EJEMPLOS DE COMPARACIÓN DE SISTEMAS MECÁNICOS:	114
1.3.- ESTUDIOS SOBRE SISTEMAS DE ILUMINACIÓN:	118





## **1.- ESTADO DEL ARTE:**

### **1.1.- Ecodiseño, valoración de impacto ambiental:**

#### **1.1.1.- Definición:**

Consideramos ecodiseño, o diseño sostenible, a aquel diseño que considera acciones orientadas a la mejora ambiental del producto en todas y cada una de las etapas de su ciclo de vida, desde su creación en la etapa conceptual, hasta su gestión como residuo.

Son numerosas y diversas las motivaciones y razones que pueden impulsarnos a “ecodiseñar”:

- i. Ventaja competitiva
- ii. Marketing ambiental
- iii. Diferenciación
- iv. Valor añadido
- v. Reducción de costos
- vi. Reducción de impacto ambiental en todas las etapas del ciclo de vida del producto

El ecodiseño es una metodología ampliamente probada y los resultados de proyectos llevados a cabo tanto en Europa como en América Central prometen una reducción de un 30 a un 50% del deterioro del ambiente.

El ecodiseño se centra en la sostenibilidad en el origen de la actividad (cuando se diseña y se concibe). Para ello, su metodología internaliza el conjunto de recursos utilizados (materiales, energía, procesos, etc). Así pues, el ecodiseño evalúa de forma global los costos e impactos a lo largo de toda la vida, tanto de los productos como de los servicios.

En este marco, el ecodiseño es el eslabón clave hacia la sostenibilidad y el consumo responsable.

### 1.1.2.- Evolución histórica:

No hace mucho que nuestra civilización se dio cuenta de las limitaciones de nuestro planeta. Esto ha ocasionado un cambio importante en la nuestra mentalidad.

Esta nueva visión de la naturaleza y del propio interés de la especie por conservar el medio en que vive a lo largo del tiempo, es la esencia de lo que se denomina la sostenibilidad. Ello fue un revulsivo en muchas conciencias y marca todo un nuevo estilo de enfocar las actividades humanas y especialmente la tecnología en general, ya que nuestra sociedad convive con numerosos productos o bienes tecnológicos, actores principales en los impactos al medio ambiente.

Debemos destacar que el desarrollo del Ecodiseño se ha incentivado en épocas de recesión económica. Es por ello que su primer gran impulso a nivel oficial coincidió con la llamada "Crisis del petróleo" en los principios de los años 70.

En el año 1970, el Club de Roma, una asociación privada compuesta por empresarios, científicos y políticos, encargó a un grupo de investigadores del Massachusetts Institute of Technology bajo la dirección del profesor Dennis L. Meadows, la realización de un estudio sobre las tendencias y los problemas económicos que amenazan a la sociedad global. Los resultados fueron publicados en marzo de 1972 bajo el título "Los Límites del Crecimiento". De este trabajo podemos destacar una cita textual: *"Si se mantienen las tendencias actuales de crecimiento de la población mundial, industrialización, contaminación ambiental, producción de alimentos y agotamiento de los recursos, este planeta alcanzará los límites de su crecimiento en el curso de los próximos cien años. El resultado más probable sería un súbito e incontrolable descenso tanto de la población como de la capacidad industrial."* (D.L. Meadows y otros, Los Límites del Crecimiento, 1972)

En 1971 Coca-Cola realizó el primer Análisis de Ciclo de Vida, en el que analizaban la fabricación, llenado y fin de vida de los envases, para poder conocer los impactos ambientales y evaluar alternativas de diseño.

Así pues, las primeras reflexiones a nivel internacional se iniciaron en 1972 en Estocolmo (Suecia). Fue allí donde se realizó la primera Conferencia de Naciones Unidas sobre Medio Ambiente Humano. En esta conferencia se acordó una Declaración (que contiene 26 principios sobre el medio ambiente y el desarrollo), un plan de acción (con 109 recomendaciones), y una resolución. Esta conferencia tuvo un impacto real en las políticas medioambientales de la Comunidad Europea. Así, en 1973, la UE creó la primera Directriz sobre Protección del Medio Ambiente y los Consumidores, y compuso el primer Programa de Acción Ambiental. Este interés y la colaboración investigativa sin duda allanaron el camino para profundizar el conocimiento sobre el calentamiento global, que ha dado lugar a acuerdos como el Protocolo de Kyoto.

En esta época aparecieron también libros que tuvieron un amplio eco en ciertos ambientes intelectuales. Entre ellos podemos destacar: *Lo pequeño es hermoso* (Schumacher, 1978), que iba contra la corriente consumista, o el libro: *La casa autónoma* (Vale, 1978). Ambos con sus postulados rompían los tópicos imperantes y enfocaban otro mundo posible más humano y ecológico.

Entre 1970 y 1980 se realizaron los primeros Análisis del Ciclo de Vida, pasando a ser este tipo de estudios uno de los pilares del Ecodiseño. (Rodríguez, 2003).

Es en 1980 cuando Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) publicó un informe titulado "Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales", donde se identificaron los principales elementos en la destrucción del hábitat.

En 1981 el Consejo de Calidad Medioambiental de Estados Unidos elabora el "Informe Global 2000" en el que se concluye que la biodiversidad es un factor crítico para el adecuado funcionamiento del planeta, que se debilita por la extinción de especies.

Tan solo un año más tarde, en 1982 se publica la Carta Mundial de la ONU para la Naturaleza, en la que se adopta el principio de respeto a toda forma de vida y llama a un entendimiento entre la dependencia humana de los recursos naturales y el control de su explotación.

Ese mismo año se crea el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) en EE.UU. Su objetivo era encauzar a la sociedad humana hacia formas de vida que protejan el medio ambiente de la Tierra y su capacidad de satisfacer las necesidades y aspiraciones de las generaciones presentes y futuras.

En 1984, en la primera reunión de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo, se establece una agenda global para el cambio.

Varios años después, en 1987 se publica el Informe Brundtland: "Nuestro Futuro Común", elaborado por la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo en el que, se formaliza por primera vez el concepto de desarrollo sostenible.

Del 3 al 14 de junio de 1992 se celebra la Conferencia de la ONU sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Segunda "Cumbre de la Tierra") en Río de Janeiro, donde nace la Agenda 21. Es aquí donde se aprueban el Convenio sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica (Declaración de Río) y la Declaración de Principios Relativos a los Bosques. Es en esta fecha y en este lugar donde se modifica la definición original del Informe Brundtland, centrada en la preservación del medio ambiente y el consumo prudente de los recursos naturales no renovables, hacia la idea de "tres pilares" que deben conciliarse en una perspectiva de desarrollo sostenible: el progreso económico, la justicia social y la preservación del medio ambiente.

En 1993 se crea el V Programa de Acción en Materia de Medio Ambiente de la Unión Europea: "Hacia un desarrollo sostenible", en donde se presenta la nueva estrategia comunitaria en materia de medio ambiente y de las acciones que deben emprenderse para lograr un desarrollo sostenible, correspondientes al período 1992-2000.

Es durante estos años cuando se empieza a analizar la vida de los productos en todo su ciclo, incluyendo el reciclado final, cosa de la que ni se hablaba anteriormente. Así nace en 1993 la guía para el Análisis del Ciclo de Vida (ACV) promovido por la Society of Environmental Toxicology and Chemistry (SETAC 1993), que ayuda a seguir de una manera sistemática todos los impactos posibles desde que se obtienen materias primas para fabricar los elementos de un producto, la fabricación del conjunto, su uso y por último su retirada.

El 11 de diciembre de 1997 se aprueba el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el cual entra en vigor en 2005 y en el que se busca reducir las emisiones de GEIs (Gases de efecto invernadero) de los principales países industrializados con el fin de que esas emisiones descendieran.

También es en 1997 cuando la organización ISO publica la normativa 14040 sobre ACV, denominada "Principios y marco de referencia". Esta normativa fue completada por la 14041 en 1999 y las 14042 y 14043 en el año 2000. En el año 2006 estas normativas se agrupan, creándose las nuevas normativas ISO 14040 y 14044.

Del 26 de agosto al 4 de septiembre de 2002 en la Conferencia Mundial sobre Desarrollo Sostenible ("Río+10", Cumbre de Johannesburgo), se reafirmó el desarrollo sostenible como el elemento central de la Agenda Internacional y se dio un nuevo ímpetu a la acción global para la lucha contra la pobreza y la protección del medio ambiente. Se reunieron más de un centenar de jefes de Estado, varias decenas de miles de representantes de gobiernos, organizaciones no gubernamentales e importantes empresas para ratificar un tratado de adoptar una posición relativa a la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad.

A principios de 2007, se presenta el primer Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, siglas en inglés), organizado por la ONU sobre el

cambio climático y el calentamiento global, donde se demuestra científicamente la relación de los gases de efecto invernadero producidos por la actividad humana con un cierto calentamiento de la tierra y se hacen previsiones sobre su evolución y posibles consecuencias en el futuro del planeta.

A finales de 2011 se publica la normativa ISO 14006, la cual está basada en la normativa española UNE 150301:2003. Esta norma busca reducir los impactos ambientales de forma sistemática, integrando el ecodiseño en la planificación y desarrollo del producto, y dentro de los sistemas de calidad 9001 y 14001.

De forma simultánea al desarrollo del ecodiseño, diversas organizaciones comenzaron a crear símbolos que distinguieran los productos con un mejor desempeño ambiental. En 1979 se creó la primera etiqueta ambiental en Alemania, denominada Blauer Engel (Ángel azul). La Eco Mark japonesa fue lanzada en 1989, el mismo año que la Nordic Swan, de aplicación en los países nórdicos. En 1992 se fundó la primera ecoetiqueta a nivel europeo, la Ecolabel. El etiquetado ambiental está regulado desde 1998 por la normativa ISO 14020.

Por otro lado, la legislación también ha ido avanzando hacia el ecodiseño. En el año 2002 la Unión Europea publicó las directivas WEEE (2002/96/CE), para regular los desechos de los productos eléctricos y electrónicos, y la RoHS (2002/95/CE), para limitar el uso de sustancias peligrosas.

En el año 2005 se aprobó la directiva EuP, Energy-using Products (2005/32/CE), que estableció requisitos de diseño ecológico para productos que usan energía. En 2009 fue ampliada por la ErP, Energy-related Products (2009/125/CE). Para ello, la Unión Europea está desarrollando conjuntos de productos, a los cuales se les exigirá, mediante un reglamento, unos requisitos mínimos para poder ser comercializados.

También la Unión Europea publicó en 2006 el reglamento REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals), el cual busca controlar el uso de sustancias químicas para proteger la salud humana y el medio ambiente.

### 1.1.3.- Análisis de ciclo de vida:

El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) de un producto es una de las varias herramientas metodológicas que sirven para medir el impacto ambiental de dicho producto a lo largo de todo su ciclo de vida (desde que se obtienen las materias primas hasta su fin de vida incluyendo todos los materiales y procesos que intervienen en todas las fases de su vida). Debemos entonces hacer una recopilación y un análisis de cada una de las entradas y salidas del sistema para obtener unos resultados que muestren sus repercusiones ambientales, con el objetivo de poder determinar estrategias para la minimización de los mismos.

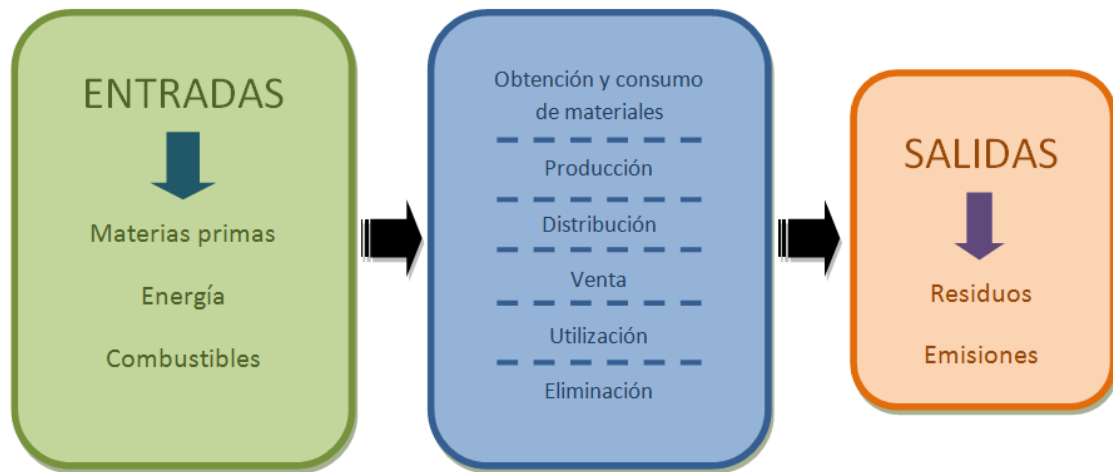
Los elementos que se tienen en cuenta dentro del ACV, comúnmente se conocen como entradas y salidas:

- Entradas: Uso de recursos y materias primas, partes y productos, transporte, electricidad, energía... etc, que se tienen en cuenta en cada proceso y/o fase del sistema.
- Salidas: Emisiones al medioambiente, así como los residuos y los subproductos residuales que se tienen en cada uno de los procesos y/o fases del sistema.

La manera y forma en la que se recopilan estas entradas/salidas es conocido como Inventario de ciclo de vida (ICV), y es la fase del análisis del ciclo de vida que implica la recopilación y la cuantificación de entradas/salidas de un sistema durante su ciclo de vida.

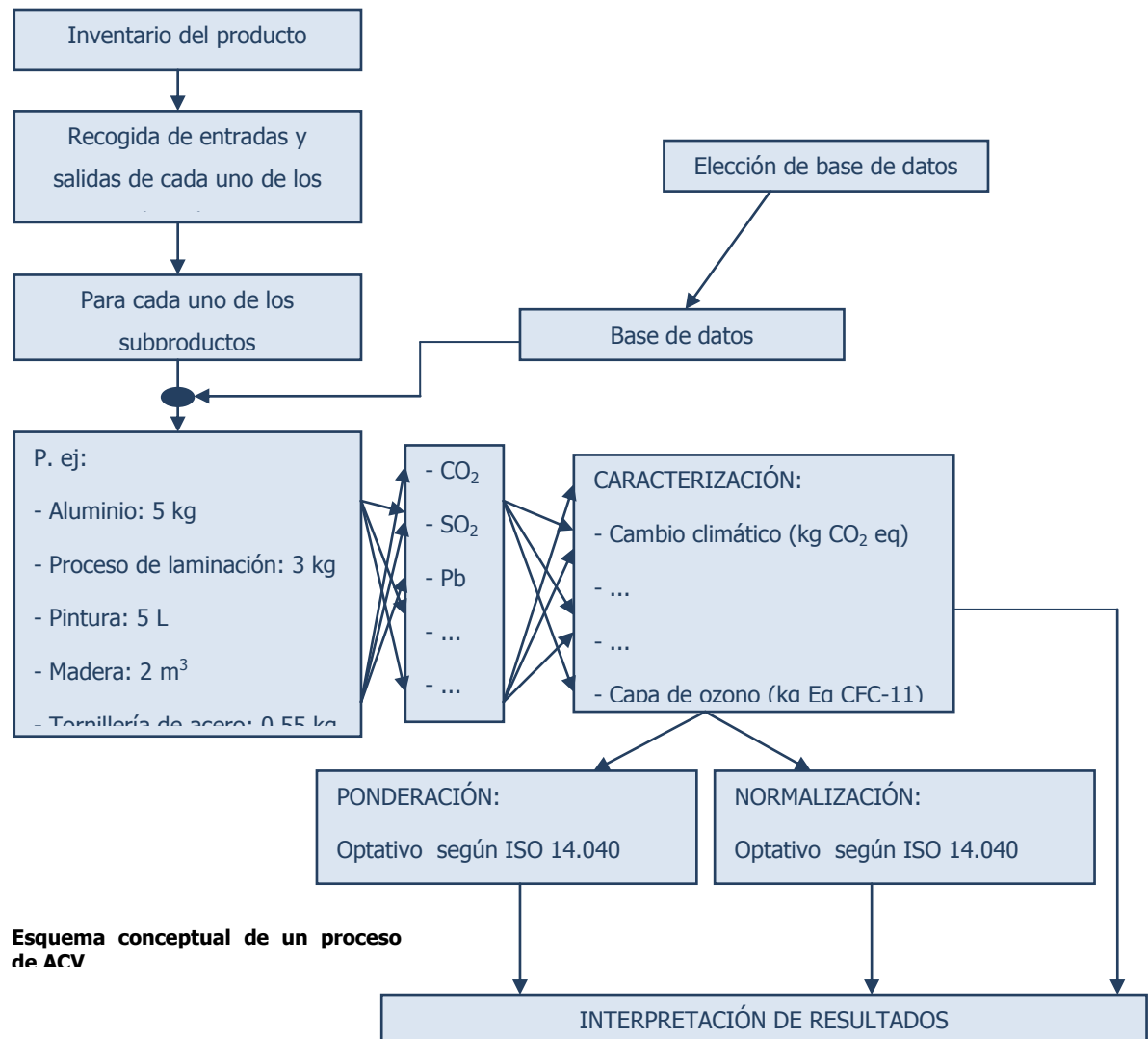
El ACV de un producto debe incluir todas las entradas/salidas de los procesos que participan a lo largo de su ciclo de vida: la extracción de materias primas y el procesamiento de los materiales necesarios para la manufactura de componentes, el uso del producto y finalmente su reciclaje y/o la gestión final. El transporte, almacenaje, distribución y otras actividades intermedias entre las fases del ciclo de vida también se incluyen cuando tienen la relevancia suficiente.





Concepto de la perspectiva de un análisis de Ciclo de Vida y Fases que se tienen en cuenta.

Cabe destacar que para realizar un análisis completo, nuestro análisis debe alcanzar toda la vida del producto, teniendo así un alcance del producto de la cuna a la tumba. Realizar el análisis de esta forma es la única manera de asegurarnos que las cargas medioambientales de una fase no traspasan a otras fases del ciclo de vida. Por ejemplo, externalizar un proceso de nuestro sistema contratando un proveedor externo, no nos evita la contabilización de la carga ambiental asociada a ese proceso. Aunque este no esté en nuestra propia planta, el concepto de ACV nos obliga a tenerlo en cuenta.



#### 1.1.4.- Normativa:

ISO (International Organization for Standardization) ha establecido un marco para la estandarización de la metodología del ACV según la familia de normas ISO 14040:

- UNE EN ISO 14001: Requerimientos para implantar un sistema de gestión ambiental en la empresa.
- UNE EN ISO 14006: Integración del ecodiseño dentro de los sistemas de calidad.

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

- UNE EN ISO 14020 (14020, 14021, 14024 y 14025): Criterios de etiquetado ecológico y declaraciones ambientales.
- UNE EN ISO 14040:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia.
- UNE EN ISO 14044:2006: Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Requisitos y directrices.
- UNE EN ISO 14050: Vocabulario de terminología ambiental.
- UNE EN ISO 14062: Mejora del producto mediante la integración de los aspectos ambientales en el diseño y desarrollo.



Esquema de un ACV según ISO 14040

De acuerdo a la estandarización realizada, se distinguen cuatro fases en un estudio de ACV:

- Definición de Objetivos y Alcance: Define el objetivo y el uso previsto del estudio, así como el alcance dependiendo de los límites del sistema, la unidad funcional y los flujos dentro del ciclo de vida, la calidad exigida a los datos, y los parámetros tecnológicos y de evaluación.
- Desarrollo del Inventario de Ciclo de Vida (ICV): Es la fase del ACV en la que se recogen los datos correspondientes a las entradas y salidas para todos los procesos y materiales del sistema.
- Evaluación del Impacto del Ciclo de Vida (EICV): Es la fase del ACV en la que el inventario de entradas y salidas es traspasado a indicadores de potenciales impactos ambientales al medio ambiente, a la salud humana y a la disponibilidad de recursos naturales.

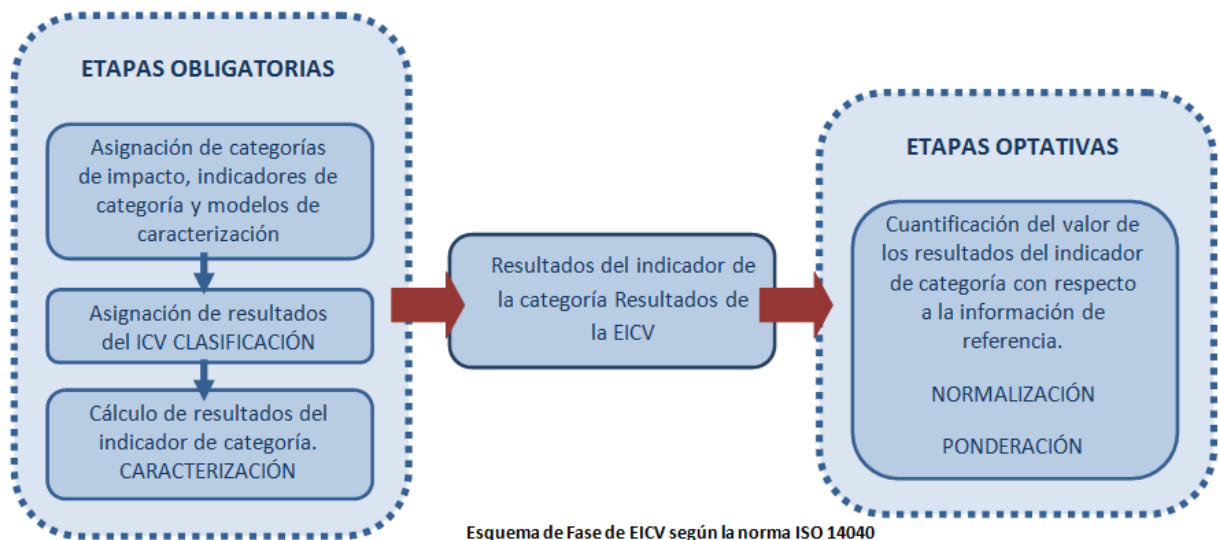
- Interpretación: Es la fase del ACV en la que los resultados del ICV y el EICV son interpretados de acuerdo al objetivo y alcance marcados inicialmente. En esta fase se realiza un análisis de los resultados y se marcan las conclusiones.

### 1.1.5.- Evaluación de impactos de ciclo de vida:

La Evaluación de Impactos del Ciclo de Vida (EICV), es la fase del ACV dirigida a conocer y evaluar la magnitud y la significancia de los impactos ambientales potenciales del sistema. En esta fase se emplea un método de evaluación para transformar los datos recogidos en el ICV, en resultados de carácter ambiental.

Es en definitiva la Fase del ACV que caracteriza el resultado final del mismo y una de las que mayor controversia causa, ya que no existe acuerdo común en la comunidad internacional para el establecimiento de un modelo único de evaluación de impactos ambientales.

La UNE-EN-ISO 14.040:2006 establece una serie de pasos o etapas:



#### 1.1.5.1.- Clasificación:

El primer paso o etapa dentro del marco de un ACV es la selección de categorías de impacto ambiental a tener en cuenta en el estudio. Estas categorías representan los impactos ambientales de interés a los cuales se quieren asignar los resultados

del EICV. Es decir, los impactos ambientales de los cuales se desean obtener resultados.

Existen multitud de categorías de impacto ambiental, y la selección de unas u otras en el ACV que se esté llevando a cabo dependerá del objetivo del estudio, público objetivo y nivel de exactitud de los resultados requeridos. A modo orientativo, se indican a continuación las principales categorías de impacto ambiental contempladas por la SETAC (Sociedad de Toxicología y Química Ambiental).

Durante la etapa de clasificación, los datos del ICV son asignados a categorías de impacto. Si una sustancia contribuye a varias categorías de impacto, tiene que ser tenida en cuenta en todas estas categorías.

<b>CATEGORIA DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		<b>UNIDAD DE REFERENCIA</b>	<b>FACTOR DE CARACTERIZACIÓN</b>
<b>CALENTAMIENTO GLOBAL</b>	Fenómeno observado en las medidas de la temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en las últimas décadas	Kg. Eq CO <sub>2</sub>	Potencial de Calentamiento Global (PCG)
<b>CONSUMO DE RECURSOS ENERGÉTICOS</b>	Energía consumida en la obtención de las materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida del elemento analizado	MJ	Cantidad Consumida
<b>REDUCCIÓN DE LA CAPA DE OZONO</b>	Efectos negativos sobre la capacidad de protección frente a las radiaciones ultravioletas solares de la capa de ozono atmosférica	Kg. Eq CFC-11	Potencial de Agotamiento de la Capa de Ozono (PAO)
<b>EUTROFIZACIÓN</b>	Crecimiento excesivo de la población de algas originado por el enriquecimiento artificial de las aguas de ríos y embalses como consecuencia del empleo masivo de fertilizantes y detergentes que provoca un alto consumo del oxígeno del agua	Kg. Eq de NO <sub>3</sub>	Potencial de Eutrofización (PE)
<b>ACIDIFICACIÓN</b>	Pérdida de la capacidad neutralizantes del suelo y del	Kg. Eq SO <sub>2</sub>	Potencial de Acidificación (PA)

	agua, como consecuencia del retorno a la superficie de la tierra, en forma de ácidos, de los óxidos de azufre y nitrógeno descargados a la atmósfera.		
<b>CONSUMO DE MATERIAS PRIMAS</b>	Consumo de materiales extraídos de la naturaleza	Tm	Cantidad Consumida
<b>FORMACIÓN DE OXIDANTES FOTOQUÍMICOS</b>	Formación de los precursores que dan lugar a la contaminación fotoquímica. La luz solar incide sobre dichos precursores, provocando la formación de una serie de compuestos conocidos como oxidantes fotoquímicos (el ozono-O <sub>3</sub> es el más importante por su abundancia y toxicidad)	Kg. Eq C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Potencial de Formación de oxidantes fotoquímicos (PFOF)

#### **1.1.5.2.- Caracterización:**

Una vez que cada sustancia del ICV se ha asignado a una o más categorías de impacto ambiental a través de la clasificación, se compara su valor con respecto a la sustancia de referencia de dicha categoría.

Esto se lleva a cabo a través de los factores de caracterización de cada sustancia, y representan la contribución de una sustancia a una determinada categoría de impacto en relación a la sustancia de referencia en dicha categoría. Cada sustancia es multiplicada por su correspondiente factor de caracterización. De este modo se pueden obtener valores con unidades equivalentes, los cuales pueden ser sumados para medir la contribución de las sustancias a esa categoría de impacto.

A modo de ejemplo, se muestran a continuación algunos factores de caracterización relativos a la categoría de Calentamiento Global.

<b>Factores de Caracterización para la categoría de Calentamiento Global</b>			
<b>Sustancia</b>		<b>Factor de Caracterización - Kg eq. CO<sub>2</sub></b>	
		<b>IPCC 2007</b>	<b>Ecoindicador 95</b>
Dióxido de carbono	CO <sub>2</sub>	1	1

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

Metano	CH <sub>4</sub>	21	11
Óxido nitroso	N <sub>2</sub> O	298	270
Hidrofluoro-carbonos	CFC <sub>5</sub>	124-14800	100-13000
Hexafluoruro de azufre	SF <sub>6</sub>	22800	-

**Potencial del Calentamiento Global (GWP) a 100 años de los principales gases de efecto invernadero según, metodologías IPCC 2007 y Ecoindicador 95.**

Por ejemplo, supongamos que tenemos un sistema en los cuales intervienen las siguientes sustancias en las cantidades indicadas. Como ya hemos comentado, cada sustancia se asigna a una o más categorías de impacto ambiental. Así de este modo, podemos tener las siguientes sustancias:

ICV	Calentamiento Global Kg eq CO <sub>2</sub>	Reducción Capa de Ozono Kg eq CFC-11	Acidificación Kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg CO <sub>2</sub>	x1 =1	-	-
0,1 kg CH <sub>4</sub>	x11 =1,1	-	-
0,8 kg SO <sub>2</sub>	-	-	x1 =0,8
8x10 <sup>-5</sup> kg CFC-115	x 7000 =0,56	x 0,5 =4x10 <sup>-5</sup>	-
<b>Caracterización (EC'95)</b>	<b>2,66 kg eq CO<sub>2</sub></b>	<b>4x10<sup>-5</sup> Kg. eq CFC-11</b>	<b>0,8 kg eq SO<sub>2</sub></b>

Tras la caracterización, podríamos decir, por ejemplo, que el sistema emite 2,66 kg eq. de CO<sub>2</sub>, 4x10<sup>-5</sup> Kg. eq CFC-11 y 0,8 Kg. eq SO<sub>2</sub>.

De este modo, aunque en realidad sólo se emite 1 kg de CO<sub>2</sub>, los factores de caracterización convierten las emisiones totales para la categoría de Calentamiento Global en un valor total de 2,66 kg eq. de CO<sub>2</sub>. Es por ello por lo que se utiliza el término "equivalente" para hablar de esa cantidad de emisión.

### **1.1.5.3.- Normalización, agrupación y ponderación:**

Además de los pasos obligatorios a realizar en la EICV, existen pasos opcionales que pueden darse dependiendo del objetivo y alcance previsto. Estos son los siguientes:

- **Normalización:** Conversión de los resultados de la caracterización a unidades globales neutras, dividiendo cada uno por un factor de normalización. A través de estos factores se representa el grado de contribución de cada categoría de impacto sobre el problema medioambiental local.
- **Agrupación:** Clasificación de las categorías de impacto en otros grupos que engloben categorías de impacto con efectos similares.
- **Ponderación:** Conversión de los resultados de los valores caracterizados a una unidad común y sumable (en el caso de que la metodología incluya una normalización, a partir de los valores normalizados), multiplicándolos por su factor de ponderación. Posteriormente se suman todos ellos para obtener una puntuación única total del impacto ambiental del sistema.

Por ejemplo, siguiendo con el ejemplo anterior, tendríamos lo siguiente:

<b>ICV</b>	<b>Calentamiento Global</b> Kg eq CO <sub>2</sub>	<b>Reducción Capa de Ozono</b> Kg eq CFC-11	<b>Acidificación</b> Kg eq SO <sub>2</sub>
1 kg CO <sub>2</sub>	x1 =1	-	-
0,1 kg CH <sub>4</sub>	x11 =1,1	-	-
0,8 kg SO <sub>2</sub>	-	-	x1 =0,8
8x10 <sup>-5</sup> kg CFC-115	x 7000 =0,56	x 0,5 =4x10 <sup>-5</sup>	-
<b>Caracterización (EC'95)</b>	<b>2,66</b> <b>kg eq CO<sub>2</sub></b>	<b>4x10<sup>-5</sup></b> <b>Kg. eq CFC-11</b>	<b>0,8</b> <b>kg eq SO<sub>2</sub></b>

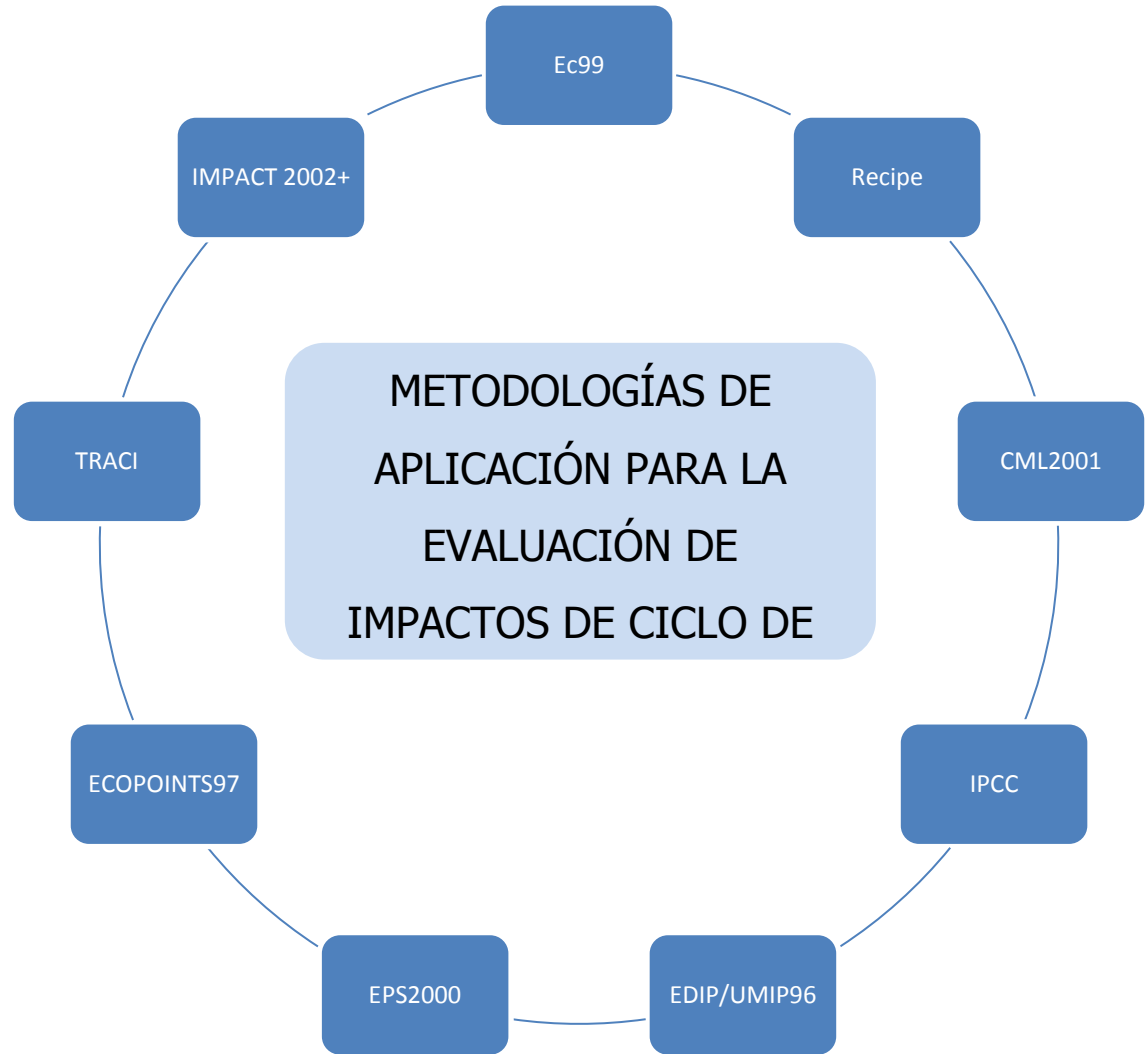
<b>Caracterización (EC'95)</b>	<b>2,66</b> <b>kg eq CO<sub>2</sub></b>	<b>4x10<sup>-5</sup></b> <b>Kg. eq CFC-11</b>	<b>0,8</b> <b>kg eq SO<sub>2</sub></b>
<b>Factor de Normalización</b>	/13477	/0,8	/112,6
<b>Normalización (Ec'95)</b>	1,97x10 <sup>-4</sup>	5x10 <sup>-5</sup>	7,1x10 <sup>-4</sup>
<b>Factor de Ponderación (pt)</b>	x2,5	x100	x10
<b>Ponderación (pt) (Ec'95)</b>	4,9x10 <sup>-4</sup>	5x10 <sup>-3</sup>	7,1x10 <sup>-3</sup>
	<b>0,126 puntos - 126 milipuntos</b>		

Tras la Ponderación, podríamos decir que el sistema tiene un impacto ambiental global de 126 milipuntos.



**1.1.6.- Metodologías de cálculo para la evaluación de impactos de ciclo de vida:**

A continuación se indican de manera esquemática las más importantes metodologías de EICV disponibles, así como su descripción y las etapas que cubren. En la tabla, se indica con aquellas fases de EICV que quedan cubiertas y con aquellos pasos definidos en los métodos pero que no siempre son utilizados.



**1.1.6.1.- Metodología Ec99:**

Creador: Pré Consultants

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Carcinogénicos
- Respiratorios orgánicos
- Respiratorios inorgánicos
- Cambio Climático
- Radiación
- Destrucción capa ozono
- Ecotoxicidad
- Acidificación y eutrofización
- Uso de suelo
- Uso de recursos minerales
- Uso de combustibles fósiles

Descripción:

Sucesor del Eco-Indicator 95. Su desarrollo comenzó con el estudio de asignación de pesos para el Eco-Indicator 95. Se cambió el sistema de evaluación de impactos: En lugar de evaluar cada una de las categorías de impacto, se evaluaron los diferentes daños causados por estas categorías de impacto, agrupándolos en tres niveles de daño:

- Daños a la salud Humana
- Daños a la calidad del Ecosistema
- Daños a los Recursos.

<http://www.pre.nl/eco-indicator99/default.htm>

**1.1.6.2.- Metodología Recipe:**

Creador: Pré Consultants

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Destrucción capa ozono
- Toxicidad humana

- Radiación
- Smog fotoquímico
- Formación particulados
- Cambio Climático
- Ecotoxicidad al suelo
- Acidificación al suelo
- Ocupación suelo rural
- Ocupación suelo urbano
- Transformación suelo natural
- Ecotoxicidad marina
- Eutrofización marina
- Eutrofización agua dulce
- Ecotoxicidad agua dulce
- Uso de combustibles fósiles
- Uso de recursos naturales
- Uso de agua

Descripción:

ReCiPe se desarrolló para combinar las ventajas de los métodos CML2001 y Eco-Indicator99. La ventaja del método CML es su solidez científica, mientras que la ventaja del Eco-indicator 99 es su facilidad de interpretación. Con ello, se han mejorado los modelos para el cambio climático, la destrucción de la capa de ozono, acidificación, eutrofización, uso del suelo y agotamiento de recursos naturales. A su vez se han actualizado factores de caracterización para algunas categorías de impacto y para el paso de normalización. <http://www.lcia-recipe.net/>

**1.1.6.3.- Metodología CML 2001:**

Creador: Centre of Environmental Science (CML)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Agotamiento de los recursos abióticos

- Cambio climático
- Destrucción capa ozono
- Toxicidad humana
- Ecotoxicidad
- Smog fotoquímico
- Acidificación
- Eutrofización
- Uso de recursos

Descripción:

Método basado en el anterior CML 1992. El paso de normalización es opcional para ACVs simplificados, pero obligatorio para ACVs exhaustivos. Dispone de valores de referencia para la normalización de los indicadores de las categorías de impacto: A nivel mundial en 1990, a nivel europeo en 1995 y a nivel holandés en 1997. <http://cml.leiden.edu/>

#### ***1.1.6.4.- Metodología IPCC:***

Creador: Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Cambio climático
- Uso de recursos

Descripción:

Este método, cuya definición comenzó en 1988, recoge los factores de caracterización para el potencial del calentamiento global directo debido a las emisiones al aire. <http://www.ipcc.ch/>

#### ***1.1.6.5.- Metodología EDIP/UMIP96:***

Creador: Environmental Design of Industrial Products (EDIP)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Cambio climático
- Destrucción capa ozono

- Acidificación
- Eutrofización
- Smog fotoquímico
- Ecotoxicidad acuática
- Ecotoxicidad del suelo
- Toxicidad humana
- Residuos
- Uso de recursos

Descripción:

Método cuyo desarrollo comenzó en 1996 en Dinamarca. Los factores de normalización están basados en equivalentes - persona en el año 1990. Para la categoría de uso de recursos, la normalización y ponderación están incluidas dentro de la fase de caracterización, ya que esta categoría se evalúa de manera distinta manera en este método. Los factores de ponderación son definidos como distancia al objetivo por persona para el año 2000. Para la categoría uso de recursos, estos factores están considerados en las fases anteriores, por lo que en este paso se consideran cero.

<http://www.wkap.nl/prod/b/0-7923-7859-8>

<http://www.wkap.nl/prod/b/0-412-80810-2>

***1.1.6.6.- Metodología EPS2000:***

Creador: Centre for Environmental Assessment of Products and Material Systems

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Salud humana
- Capacidad de producción del ecosistema
- Reserva de recursos abióticos
- Diversidad biológica
- Valores culturales

Descripción:

La metodología EPS2000 (Environmental Priority Strategies in product design) es un método orientado al daño causado. En él se tiene en cuenta la voluntad de pagar para restaurar los cambios causados. Por ello la unidad del indicador final es el ELU (Environmental Load Unit). En este método no se aplica el paso de normalización.

[http://www.cpm.chalmers.se/document/reports/99/1999\\_4.pdf](http://www.cpm.chalmers.se/document/reports/99/1999_4.pdf)

**1.1.6.7.- Metodología ECOPOINTS97:**

Creador: Swiss Ministry of the Environment (BUWAL)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Emisiones al aire
- Vertidos de aguas superficiales
- Vertidos de aguas subterráneas
- Vertidos al suelo
- Uso de recursos
- Residuos

Descripción:

Desarrollado en 1990, fue uno de los primeros métodos con método de ponderación final. Al igual que Ecoindicadores 95, es un método basado en la "distancia al objetivo", en este caso fijado por la propia política medioambiental suiza. Este método no dispone de paso de clasificación, sino que evalúa los impactos de manera individual. Para el paso de normalización, dispone de de dos opciones. <http://www.bafu.admin.ch/>

**1.1.6.8.- Metodología TRACI:**

Creador: Environmental Protection Agency (EPA US)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Destrucción capa ozono

- Cambio Climático
- Smog fotoquímico
- Acidificación
- Eutrofización
- Efectos cancerígenos a la salud humana
- Efectos no cancerígenos a la salud humana
- Polución a la salud humana
- Ecotoxicidad
- Agotamiento de combustibles fósiles
- Uso del suelo
- Uso de agua

Descripción:

Desarrollado en 1995, supone una herramienta informática para la evaluación de las 12 categorías de impacto que constituyen el método. Muchas de los mecanismos ambientales que soportan las categorías de impacto están importados de otras metodologías, como Ec99 y CML2001. Aunque TRACI tiene definidos los pasos de normalización y ponderación, a día de hoy no dispone del histórico suficiente de información que le permita realizar estos pasos con suficiente fiabilidad.

<http://www.epa.gov/ORD/NRMRL/std/sab/traci/>

**1.1.6.9.- Metodología IMPACT 2002+:**

Creador: Instituto de tecnología federal suizo de Lausanne (EPFL)

Categorías de impacto ambiental incluidas:

- Toxicidad humana
- Efectos respiratorios
- Radiación ionizante
- Destrucción capa ozono
- Smog fotoquímico
- Ecotoxicidad acuática
- Ecotoxicidad del suelo

- Acidificación acuática
- Acidificación del suelo
- Acidificación y eutrofización del suelo
- Ocupación del suelo
- Cambio climático
- Energías no renovables
- Uso de recursos

Descripción:

Resulta de una combinación entre las metodologías IMPACT2002, Ec99, CML2001 e IPCC. <http://www.epfl.ch/impact>

### **1.1.7.- Bases de datos de ACV:**

En la realización de estudios de Análisis de Ciclo de Vida se utilizan bases de datos para determinar los impactos en las diferentes categorías de cada uno de los materiales, procesos, transportes, etc. En el mercado existen diferentes bases de datos privadas o públicas (Ecoinvent, Buwal, PEinternational, ILCD...). En todas ellas existe información contrastada y de alto rigor de sectores productivos aunque en la mayoría de ocasiones los datos se ajustan a los de la zona de centro Europa.

Cuando se habla de bases de datos (BBDD) en el marco de un ACV, se pueden diferenciar dos tipos de ellas en función de los datos que contengan:

- BBDD con las entradas/salidas que se emplean para simular el sistema analizado en el ICV. Comúnmente conocidas como BBDD de ICV.
- BBDD con los datos que cada metodología de EICV necesita para que la herramienta que llevará a cabo el EICV haga los cálculos, comúnmente conocidas como BBDD de metodologías.

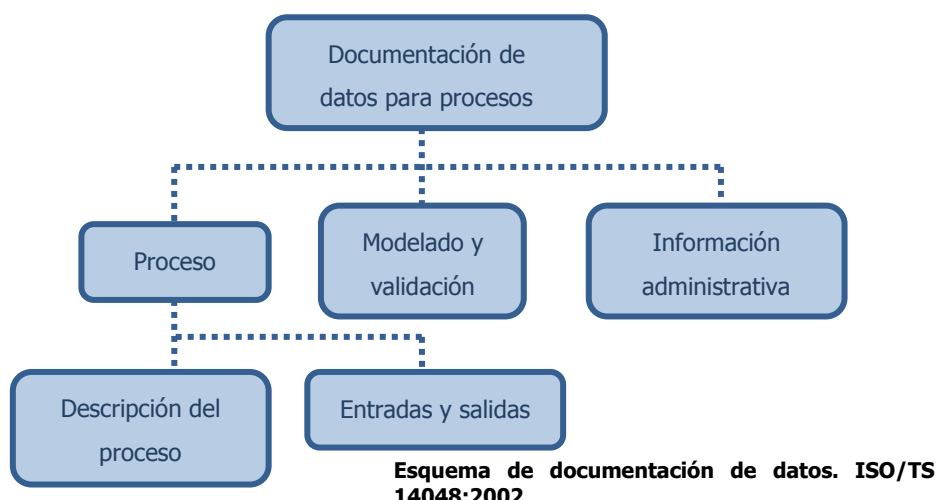
Las BBDD de ICVs están formadas por datos de muy diversos materiales y procesos, generalmente agrupados según la fase del ciclo de vida a la que hagan referencia. A través de éstas BBDD es posible asignar a cada entrada/salida



recogida en el ICV una serie de datos de la BBDD que le aportarán la información sobre su impacto ambiental, los factores de caracterización, normalización...etc.

Las BBDD de metodologías están formadas por los factores de caracterización, ponderación y demás datos que cada metodología de EICV necesita para llevar a cabo los cálculos de obtención de resultados.

La principal característica de los datos de estas BBDD es la de estar recogidos en un formato pre-determinado y común, con lo que las herramientas de ACV pueden diseñarse para poder aceptar los datos en los formatos que decidan incluir.



A continuación se lista una serie de BBDD de uso habitual en los ACVs. Aunque de manera genérica se llamen BBDD, la realidad es que estas suelen integrar ambos tipos de BBDD comentados: BBDD de ICV y BBDD de metodologías. Son por lo tanto BBDD integradas.

Nombre BBDD	Nº de datos de ICV	Sector	Fuente
<b>Ecoinvent</b>	4000	Genérico	Ecoinvent Centre <a href="http://www.ecoinvent.org/">http://www.ecoinvent.org/</a>
<b>Boustead</b>	13000	Genérico	Boustead Consulting <a href="http://www.boustead-consulting.co.uk/">http://www.boustead-consulting.co.uk/</a>
<b>IVAM LCA</b>	1300	Genérico	IVAM UvA bv <a href="http://www.ivam.uva.nl">http://www.ivam.uva.nl</a>
<b>ProBas</b>	7000	Genérico	Umbeltbundesamt, Germany (German only). <a href="http://www.probas.umweltbundesamt.de">http://www.probas.umweltbundesamt.de</a>

<b>GaBi databases 2006</b>	2300	Genérico	PE International GmbH, Germany. University of Stuttgart, Germany. <a href="http://www.gabi-software.com/">http://www.gabi-software.com/</a>
<b>DEAM</b>	1200	Genérico	Ecobilan – PriceWaterhouse Coopers, France. <a href="https://www.ecobilan.com/">https://www.ecobilan.com/</a>
<b>ETH – ESU 96</b>	1181	Genérico	ETH-ESU, Switzerland. <a href="http://www.esu-services.ch/">http://www.esu-services.ch/</a>
<b>GEMIS 4.4.</b>	1000	Genérico	Institute for applied Ecology, Darmstadt office, Germany. <a href="http://www.gemis.de/">http://www.gemis.de/</a>
<b>Option data pack</b>	967	Genérico	National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST), Japan (Japanese only). <a href="http://www.jemai.or.jp/english/index.cfm">http://www.jemai.or.jp/english/index.cfm</a>
<b>Umberto library 5.5.</b>	600	Genérico	Institute for Environmental Informatics Hamburg GmbH, Germany. <a href="http://www.umberto.de/">http://www.umberto.de/</a>
<b>IDEMAT 2001</b>	507	Genérico	Delft University of technology, Holland. <a href="http://www.idemat.nl/">http://www.idemat.nl/</a>
<b>CPM LCA Database</b>	500	Genérico	Center for Environmental Assessment of Product and Material Systems-CPM, Sweeden. <a href="http://www.cpm.chalmers.se/CPMDatabase/">http://www.cpm.chalmers.se/CPMDatabase/</a>
<b>Japanese Input Output Database</b>	400 sectores	Multi sectorial	Environmental Technology Laboratory of the Corporate Research & Development centre of Toshiba Corporation, Japan. <a href="http://www.toshiba.co.jp/env/en/products/ecp/factor.htm">http://www.toshiba.co.jp/env/en/products/ecp/factor.htm</a>
<b>FRANKLIN US LCI</b>	355	Genérico	Franklin Associates Ltd, USA. / National Renewable Energy Laboratory, USA. Sylvatica, USA / Athena Sustainable Materials Institute, Canadá. <a href="http://www.fal.com/">http://www.fal.com/</a>
<b>Data Archive</b>	354	Genérico	Plastics Waste Management Institute (PWMI), Japan. Federal Office for the Environment, Switzerland. Chalmers University of Technology, Sweeden. <a href="http://www.plasticseurope.org/">http://www.plasticseurope.org/</a>
<b>BUWAL 250</b>	286	Genérico	Federal Office for the Environment, Switzerland. <a href="http://www.bafu.admin.ch/">http://www.bafu.admin.ch/</a>
<b>Ecodesign</b>	150	Genérico	Ecomundo, France. <a href="http://www.ecomundo.eu/default.aspx">http://www.ecomundo.eu/default.aspx</a>

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

<b>X-Pro database 1</b>			
<b>US Input Output Database</b>	163 sectores	Genérico	Toxic Releases Inventory 98 (TRI), Air Quality Planning and Standard (AIRS). EPA USA. Energy information administration (EIA). US dep. of energy. Bureau of economic analysis (BEA). Datos del US dep. of Commerce. National Center for Food and Agricultural Policy (NCFAP) and World Resource Institute (WRI). <a href="http://www.epa.gov/region6/6pd/tri/index.htm">http://www.epa.gov/region6/6pd/tri/index.htm</a>
<b>LCA Food</b>	80	Genérico	Danish environmental protection agency. <a href="http://www.mst.dk/English/">http://www.mst.dk/English/</a>
<b>Industry Data</b>	74	Genérico	Plastics europe, various. <a href="http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=392">http://www.plasticseurope.org/Content/Default.asp?PageID=392</a>
<b>Salca 071</b>	700	Producción agrícola	Agroscope Reckenholz – Tägermatten Research Station ART, Switzerland. <a href="http://www.art.admin.ch/">http://www.art.admin.ch/</a>
<b>KCL EcoData</b>	300	Silvicultura	Oy keskuslaboratorio-Centrallaboratorium Ab, KCL, Finland. <a href="http://www.kcl.fi/page.php?page_id=75">http://www.kcl.fi/page.php?page_id=75</a>
<b>Sabento library</b>	450	Biotecnología	Ifu Hamburg GmbH, Germany. <a href="http://www.sabento.com/en/">http://www.sabento.com/en/</a>
<b>Eurofer data sets</b>	14	Industria del acero	European Confederation of Iron and Steel Industries (EUROFER) <a href="http://www.eurofer.be/">http://www.eurofer.be/</a>
<b>sirAdos 1.2.</b>	150	Construcción	LEGEP Software GmbH, Germany. Universität Karlsruhe, Germany. <a href="http://www.legep.de/">http://www.legep.de/</a>
<b>EIME 10.0</b>	558	Eléctrico – electronic	CODDE, France. <a href="http://www.codde.fr/">http://www.codde.fr/</a>
<b>Waste technologies data centre</b>	40	Residuos	Environment Agency, United Kingdom. <a href="http://www.environment-agency.gov.uk/wtd/">http://www.environment-agency.gov.uk/wtd/</a>

### 1.1.8.- Herramientas existentes:

Existe una amplia variedad de herramientas software disponibles para llevar a cabo un ACV, las cuales tienen como componentes principales y prioritarios la presencia y variedad de BBDD y de metodologías de EICV.

Para el caso de las BBDD, es recomendable que se encuentren bien definidas (grado de conocimiento de los datos disponibles en función del formato de los mismos) y con un período regular de actualización, debido a que los avances tecnológicos provocan un envejecimiento prematuro de la validez de los datos existentes.

Para el caso de las metodologías de EICV, es recomendable que la herramienta sea capaz de trabajar con varias de ellas. Con esto se pretende:

- ° Obtener resultados concretos a través de una metodología específica, como por ejemplo, el cálculo de la Huella de Carbono a través de la metodología IPCC.
- ° Poder comparar los resultados que proporcionan diferentes metodologías para el cálculo del mismo impacto ambiental, como por ejemplo ver la diferencia de "kg eq. CO<sub>2</sub>" que dan como resultado el aplicar la metodología IPCC por un lado y la metodología CML2001 por otro. La utilidad de esta opción radica en que puede ocurrir que los resultados sean muy diferentes aunque el impacto ambiental analizado sea el mismo, ya que las metodologías de EICV tienen sus propios alcances, factores de conversión y suposiciones. A través de esta comparativa se puede enriquecer la interpretación de los resultados y permite evaluar la idoneidad o no de una metodología u otra.
- ° Poder manejar resultados tanto específicos como generales, como por ejemplo obtener resultados sobre el "consumo de energía" y las "emisiones de kg eq. CO<sub>2</sub>" por un lado, y por otro la carga ambiental del sistema analizado en "puntos".

A continuación se indican de manera esquemática varias de las herramientas de ACV disponibles.

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

Nombre	Desarrollador	Enfoque	Características
<b>SIMAPRO</b>	PRE-Consultants	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disponibles protocolos para la realización guiada de ACVs.</li> <li>- Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</li> <li>- Permite análisis tipo: LCA: Life Cycle Assessment y LCC: Life Cycle Cost</li> <li>- Posibilita la redacción de informes de acuerdo con la normativa ISO de ACV</li> <li>- Posibilidad de análisis de: incertidumbre de los datos, escenarios de fin de vida, análisis de sensibilidad y Monte Carlo.</li> <li>- Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</li> </ul> <a href="http://www.pre.nl/pre/default.htm">http://www.pre.nl/pre/default.htm</a>
<b>GABI</b>	Instituto de ciencia y ensayos de polímeros (IKP) y la universidad de Stuttgart en colaboración con PE EUROPE GMBH	Genérico	<p>Descripción gráfica del ciclo de vida del producto mediante estructura jerárquica</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entradas y salidas asociadas a cada proceso.</li> <li>- Flujos entre procesos.</li> <li>- Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</li> <li>- Posibilidad de reutilización de procesos y planes creados en otros proyectos.</li> <li>- Permite análisis tipo: LCA: Life Cycle Assessment, LCC: Life Cycle Cost y LCWT: Life Cycle Working Time.</li> <li>- Alimentación de datos del ICV en formato fichas (similitud con SimaPro)</li> <li>- Asignación posterior de cada dato del ICV a un dato concreto de la BBDD.</li> <li>- Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</li> <li>- Redacción de informes de acuerdo a exigencias ISO de ACV.</li> <li>- Posibilidad de asignación de cargas.</li> <li>- Posibilidad de análisis de: escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</li> <li>- Permite la agrupación de procesos según tipo, nación, empresa y usuario definido (cumplimiento de VDA 231-106 e Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero.</li> <li>- Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</li> </ul> <a href="http://www.gabi-software.com/">http://www.gabi-software.com/</a>
<b>UMBERTO</b>	ifu Hamburg GMBH	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Interface gráfica muy intuitiva que posibilita la elaboración de ciclos de vida de producto (diagramas SANKEY)</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- CV completo.</li> <li>- Procesos componentes del CV.</li> <li>- Entradas y salidas asociadas a cada proceso.</li> <li>- Flujos entre procesos.</li> <li>- Alimentación de datos del ICV en formato fichas (similitud con SimaPro)</li> <li>- Alta flexibilidad en lo concerniente a límites del sistema, con posibilidad de ser definidos individualmente.</li> <li>- Permite análisis tipo: LCA: Life Cycle Assessment y LCC: Life Cycle Cost.</li> <li>- Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</li> <li>- Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</li> <li>- Distintas interfaces para la conexión del programa a otras aplicaciones.</li> <li>- Posibilidad de análisis de: escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</li> <li>- Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</li> <li>- <a href="http://www.umberto.de/en/">http://www.umberto.de/en/</a></li> </ul>
<b>TEAM</b>	ECOBILANPRICEW ATERHOUSE COOPERS	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menú principal dividido en cuatro submenús muy intuitivo.</li> <li>- Ventana de estructura de árbol CV.</li> <li>- Diagrama de flujos y procesos.</li> <li>- Lista de módulos disponibles.</li> <li>- Lista de flujos disponibles.</li> <li>- Introducción de datos con características similares a Gabi.</li> <li>- Posibilidad de definición individual de límites del sistema.</li> <li>- Disponibles protocolos para la realización guiada de ACVs.</li> <li>- Posibilidad de modificación en cualquier momento de todos los parámetros del ciclo de vida del producto.</li> <li>- Posibilita la redacción de informes de acuerdo con la normativa ISO de ACV</li> <li>- Gran variedad de representación de los datos del análisis, tanto en lo referente al balance del sistema, como a la EICV.</li> <li>- Posibilidad de análisis de: incertidumbre de los datos, escenarios de fin de vida, sensibilidad y Monte Carlo.</li> <li>- Permite exportar la información tanto en formato Ecospol y en Excel.</li> <li>- <a href="https://www.ecobilan.com/uk_team.php">https://www.ecobilan.com/uk_team.php</a></li> </ul>
<b>AIST-LCA</b>	National Institute of Advanced	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de base de datos propia: Sustancias químicas, productos de hierro y acero y gestión de</li> </ul>

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

<b>4</b>	Industrial Science and Technology (AIST), Japan		<p>residuos.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilización del concepto TPI (Total Performance Indicator) en el que se valoran tanto aspectos ambientales como parámetros de coste.</li> <li>- Exportable a Excel.</li> <li>- <a href="http://unit.aist.go.jp/lca-center/ci/activity/software/nire/nire-ver4/outline.html">http://unit.aist.go.jp/lca-center/ci/activity/software/nire/nire-ver4/outline.html</a></li> </ul>
<b>BEES 4.0</b>	National Institute of Standards and Technology (NIST), USA	Materiales de construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Apoyado por el Programa de Compra Verde del EPA y el laboratorio de investigación del fuego y la construcción.</li> <li>- Contiene aproximadamente 200 productos, clasificados según UNIFORMAT II, clasificación estándar de ASTM.</li> <li>- Informes conformes a ISO de ACV.</li> <li>- Dispone de la metodología TRACI.</li> <li>- Las fases de análisis e interpretación se realiza a través de la American Section of the International Association for Testing Materials (ASTM).</li> <li>- Las bases de datos se pueden exportar a Excel. Está actualizado y es gratuito. Muy descargado. Contiene aprox. 200 productos, clasificados según UNIFORMAT II, clasificación estándar de ASTM.</li> <li>- Exportable a Excel.</li> <li>- <a href="http://www.bfrl.nist.gov/oe/bees.html">http://www.bfrl.nist.gov/oe/bees.html</a></li> </ul>
<b>CMLCA 4.2</b>	Leiden University, Institute of Environmental Sciences (CML), Holland	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parte de las bases de datos CML-IA, Ecoinvent y ETH96.</li> <li>- Métodos EICV: CML2001, EDIP, EPS, TRACI, Impact 2002+, etc.</li> <li>- Posibilidad de análisis de sensibilidad y Monte Carlo.</li> <li>- Exportable a Excel.</li> <li>- <a href="http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/software/cmlca/">http://www.leidenuniv.nl/cml/ssp/software/cmlca/</a></li> </ul>
<b>LSP</b>	University of Amsterdam (IVAM), Holland	Municipios, planes urbanísticos y desarrollo de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Medición del perfil de sostenibilidad de un emplazamiento (Location Sustainability Profile).</li> <li>- Dispone de un estándar de comparación de 10 modelos diferentes.</li> <li>- <a href="mailto:jkortman@ivam.uva.nl">jkortman@ivam.uva.nl</a></li> </ul>
<b>E3DATAB ASE V2.3.3</b>	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud, Switzerland	Construcción y edificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Más de 60 materiales de construcción calculados a partir de Ecoinvent.</li> <li>- Métodos EICV: Ec99, UBP (Ecopoints97), Impact2002+.</li> <li>- <a href="http://www.eco-bat.ch">http://www.eco-bat.ch</a></li> </ul>
<b>ECODESIGN XPRO 1.0</b>	Ecomundo, France	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta ACV online.</li> <li>- Especialmente indicada para personal no experto en metodologías ACV.</li> <li>- Parte de las bases de datos ELCD (European Reference Life Cycle Data System).</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza CML2001 como método EICV, aunque es configurable.</li> <li>- <a href="http://wp2.ecodis.org">http://wp2.ecodis.org</a></li> </ul>
<b>EIME 9.0</b>	Bureau Veritas CODDE, France	Eléctrico – electrónico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza una amplia variedad de base de datos: BUWAL, DEAM, IDEMAT, datos de APME (Association of Plastics Manufacturers in Europe), etc.</li> <li>- Método EICV: Concepto de Ecobalance. 11 categorías de impacto fijadas por Ecobilan.</li> <li>- Responde a cumplimiento legislativo de RoHs, WEEE y EuP.</li> <li>- Recomendada por EPA, EPD, BV, FIECC (French Federation of Electrics, Electronics and Communication industries).</li> <li>- <a href="http://www.codde.fr/eng/EIMELicences.html">www.codde.fr/eng/EIMELicences.html</a></li> </ul>
<b>ENVIRON MENTAL IMPACT ESTIMATOR 3.0.2</b>	Athena Sustainable Materials Institute, Canada	Construcción y edificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diferencia tipologías de construcciones.</li> <li>- Dispone de BBDD propia.</li> <li>- Disponible el "Ecocalculator", el cual permite realizar ACVs de materiales de construcción.</li> <li>- Dispone de método de EICV propio.</li> <li>- <a href="http://www.athenasmi.org">www.athenasmi.org</a></li> </ul>
<b>EPD TOOLS SUIT 2007</b>	ITKE Environmental Technology Inc, China	Genérico / construcción	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Información únicamente disponible en chino.</li> <li>- Estandariza la recogida de datos (EPD inputer) de acuerdo a un determinado PCR, que luego exporta (EPD verifier) a un organismo de certificación de EPDs.</li> <li>- <a href="http://www.itke.com.cn/software">www.itke.com.cn/software</a></li> </ul>
<b>EVERDEE 2.0</b>	ENEA, Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment.	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta ACV gratuita, disponible online y en castellano.</li> <li>- Dispone de base de datos propia.</li> <li>- Paso de caracterización según CML2001.</li> <li>- Proporciona valores para diferentes categorías de impacto.</li> <li>- Permite importar datos.</li> <li>- <a href="http://www.ecosmes.net">www.ecosmes.net</a></li> </ul>
<b>GEMIS 4.42</b>	Oeko Institut (Institute for applied Ecology), Darmstadt Office, Germany	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta ACV gratuita y descargable a través de su página web.</li> <li>- Además de las habituales. Evalúa categorías de impacto no comunes en otras herramientas, como CER (Cumulated Energy Demand), CMR (Cumulated Energy Requirement).</li> <li>- Disponible en castellano.</li> <li>- <a href="http://www.gemis.de">www.gemis.de</a></li> </ul>
<b>GREEN-E 1.0</b>	Ecointsys – Life Cycle Systems, Switzerland	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta integradora de la metodología ACV en la gestión empresarial.</li> <li>- Utiliza como base de datos Ecoinvent, aunque el usuario puede configurar su propia base de datos.</li> </ul>



## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Por defecto utiliza como método de EICV Impact2002+, aunque se pueden configurar otros métodos.</li> <li>- Información exportable en Excel.</li> <li>- <a href="http://www.green-e.ch">www.green-e.ch</a></li> </ul>
<b>JEMAI LCA PRO 2  JEM AI LCA PRO 2</b>	JEMAI, Japan Environmental Management Association for Industry	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliza base de datos propia, compuesta de 1000 datos fijos más 500 para la versión japonesa.</li> <li>- Diversos métodos EICV: Ec95, EPS2000, Ecopoints97. Configurable por el usuario.</li> <li>- Cumple con los estándares ISO de ACV.</li> <li>- <a href="http://www.jemai.or.jp/english/lca">www.jemai.or.jp/english/lca</a></li> </ul>
<b>KCL-ECO 4.0</b>	Oy Keskuslaboratorio- Central laboratorium Ab, KCL, Finland	Genérico / Forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta sencilla y de larga experiencia.</li> <li>- Utiliza base de datos propia, aunque puede incorporar Ecoinvent.</li> <li>- Métodos EICV: Ec95 y DAIA98 (Finnish impact assessment method).</li> <li>- Importa y exporta información en formato Ecospol y Excel.</li> <li>- <a href="http://www.kcl.fi/eco">www.kcl.fi/eco</a></li> </ul>
<b>LEGE 1.2</b>	LEGE Software GmbH, Germany	Construcción y edificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta muy completa para el sector de la construcción sostenible.</li> <li>- Utiliza como base de datos Ecoinvent.</li> <li>- Utiliza como método EICV CML2001, aunque se pueden configurar otros métodos.</li> <li>- <a href="http://www.legep.de">www.legep.de</a></li> </ul>
<b>LTE-OGIP 5.0</b>	t.h.e. Software GmbH, Germany	Construcción y edificación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite analizar los cambios en el edificio, pero no para compararlos.</li> <li>- Utiliza básicamente Ecoinvent como base de datos, aunque dispone de otras secundarias como BEK o NPK.</li> <li>- Solamente dispone de valores agregados: CER, CED (Cumulated Energy Demand), etc.</li> <li>- Métodos EICV disponibles: Ec99, Ecopoints97, GWP100a.</li> <li>- Permite exportar la información en Excel y en pdf.</li> <li>- <a href="http://www.the-software.de/ogip/einfuehrung.html">www.the-software.de/ogip/einfuehrung.html</a></li> </ul>
<b>REGIS 2.3</b>	Sinum AG, Germany	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Software ACV que apoya a la gestión empresarial desde el enfoque de la ecoeficiencia.</li> <li>- Dispone de Ecoinvent y BUWAL entre otras como bases de datos.</li> <li>- Métodos EICV disponibles: Ec95, Ec99, Ecopoints97, IPCC.</li> <li>- Disponible en castellano.</li> <li>- Permite exportar la información en Ecospol, Excel y CSV.</li> <li>- <a href="http://www.sinum.com/htdocs/e_software_regis.shtml">http://www.sinum.com/htdocs/e_software_regis.shtml</a></li> </ul>

<b>SABENTO 1.1</b>	ifu Hamburg GmbH, Germany	Químico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispone de base de datos propia SABENTO.</li> <li>- Analiza categorías de impacto susceptibles de ser afectadas por el sector químico.</li> <li>- <a href="http://www.sabento.com">www.sabento.com</a></li> </ul>
<b>TESPI</b>	ENEA, Italian National Agency for New Technology, Energy and the Environment.	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta ACV gratuita y disponible online.</li> <li>- Orientada a PYMES.</li> <li>- <a href="http://www.ecosmes.net/">http://www.ecosmes.net/</a></li> </ul>
<b>TRAINEE</b>	GreenDeltaTC GmbH, Germany	Genérico / ferroviario	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inicialmente diseñada para el sector ferroviario, se ha generalizado con el paso del tiempo.</li> <li>- Utiliza bases de datos propias.</li> <li>- Actualmente se encuentra en plena fase de desarrollo junto a PRE CONSULTANTS, con el objetivo de ser una herramienta ACV de software libre.</li> <li>- <a href="http://www.openlca.org/">http://www.openlca.org/</a></li> </ul>
<b>USES-LCA 2.0</b>	Radboud University Nijmegen, Holland	Agricultura, silvicultura y caza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Herramienta gratuita basada en Excel muy específica para el sector primario.</li> <li>- Utiliza bases de datos propias.</li> <li>- Mide el impacto ambiental en TEFs (Toxic Equivalent Factors) y otras unidades que comprenden daños tóxicos al ser humano y al medio ambiente.</li> <li>- <a href="http://www.ru.nl/environmentalscience/research/life_cycle/multimedia_toxic">http://www.ru.nl/environmentalscience/research/life_cycle/multimedia_toxic</a></li> </ul>
<b>ECO-IT</b>	IHOBE	Genérico	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite el cálculo simplificado de ACV en base a metodología RECIPE.</li> <li>- Hace de modo integrado un análisis de la Huella de Carbono.</li> <li>- <a href="http://www.ihobe.net">http://www.ihobe.net</a></li> </ul>

### 1.1.9.- Etiquetas ecológicas:

Las etiquetas ecológicas son una indicación o distintivo que tiene la finalidad de identificar los productos o servicios que cumplen unos criterios de "bondad ambiental" en el proceso de fabricación, uso, comercialización o finalización de su vida útil.

El objetivo global del etiquetado ecológico radica en utilizar los mecanismos del mercado para estimular la mejora continua del medio ambiente. Fomenta, a través de la comunicación de datos contrastables, exactos y no tendenciosos relativos a

los aspectos ambientales de productos y servicios, la demanda de aquellos que son preferibles desde el punto de vista ambiental.

De acuerdo con la norma UNE EN ISO 14020, existen tres sistemas de ecoetiquetado, y se clasifican en:

- Etiqueta ecológica tipo I (norma ISO 14024) – Ecoetiquetas:

Sistema voluntario de calificación ambiental que identifica y certifica de manera oficial que ciertos productos tienen una afectación menor sobre el medio ambiente teniendo en cuenta todo su ciclo de vida. Los productos y servicios ecoetiquetados cumplen estrictos criterios ambientales previamente establecidos.

Las ecoetiquetas son otorgadas por una tercera parte independiente, que ejerce como entidad certificadora.

- Etiqueta ecológica tipo II (norma ISO 14021) - Autodeclaraciones ambientales  
Indicación ambiental (logotipo, texto) avalada por el mismo fabricante o envasador, normalmente referida a una fase del ciclo de vida o a un aspecto concreto del producto (p. ej. "biodegradable", "reciclable", etc.). En este sistema, no hay certificación independiente para terceros.

Esta norma da una orientación en el uso de algunos términos de carácter ambiental (compostable, biodegradable, diseñado para el desmontaje, producto de larga vida, energía recuperada, reciclable, contenido reciclable, bajo consumo de recursos, bajo consumo de agua, reutilizable, rellenable, reducción de residuos).

- Declaraciones ambientales tipo III (norma ISO 14025)

Inventario de datos ambientales cuantificados de un producto con unas categorías prefijadas de parámetros, basados en la serie de normas ISO 14040, referentes a análisis de ciclo de vida (ACV). Se trata de información ambiental cuantitativa comprensible en base a diferentes estándares. Se lleva a cabo una verificación por parte de una tercera parte independiente. A diferencia de las etiquetas ecológicas de tipo I, las declaraciones ambientales


no definen unos criterios sobre la preferencia ambiental de los productos ni establecen unos criterios mínimos por cumplir.

Tipo de etiqueta	Etiqueta	Nombre de la etiqueta	Significado de la etiqueta
<b>Etiquetas de tipo I</b> Se conceden basándose en criterios específicos evaluados por organismos independientes		Ángel Azul (Alemania)	Esta ecoetiqueta la concede la Agencia Medioambiental Federal y el Instituto Alemán de Certificación y Garantía de Calidad. En julio de 2008, las impresoras MFC-6490CW y DCP-6690CW fueron las primeras multifunción de chorro de tinta en obtener la certificación en la categoría de chorro de tinta con estándares claros y actuales. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.
		Cisne Nórdico (países escandinavos)	Esta ecoetiqueta es otorgada principalmente por el Consejo Nórdico de Ecoetiquetado y se usa en cinco países escandinavos (Noruega, Suecia, Dinamarca, Finlandia e Islandia). Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.
		Plan chino de etiquetado ecológico (China)	Esta ecoetiqueta gubernamental (la Marca de Diez Círculos) es concedida por el Centro de Certificación Ambiental de China, bajo la jurisdicción de la Administración Estatal para la Protección del Medio Ambiente. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.
		Eco Mark (Japón)	Esta ecoetiqueta es otorgada por la Asociación Medioambiental de Japón. Se concede a productos que reducen al mínimo la carga ambiental y que ayudan a proteger el medio ambiente durante todo su ciclo de vida útil,

## ANEXO I: ESTADO DEL ARTE

			desde su producción hasta su eliminación. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.
		Elección medioambiental (Nueva Zelanda)	Esta ecoetiqueta es introducida por el Gobierno neozelandés y administrada por la institución de Etiquetas de Confianza Medioambiental de Nueva Zelanda. Brother ha obtenido primordialmente máquinas de Impresora y otros modelos multifunción.
		Emblema Verde (Taiwán)	Esta ecoetiqueta es introducida por la Agencia Medioambiental de Taiwán y administrada por contrato por la Fundación para el Desarrollo Medioambiental. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para máquinas de fax y modelos multifunción.
		Programa de Etiqueta Medioambiental de Corea del Sur (Corea del Sur)	Esta ecoetiqueta es establecida en base a las leyes de promoción para el desarrollo de la tecnología medioambiental y administrada por la agencia superior de investigación tecnológica industrial del medioambiente de Corea del Sur. Brother ha obtenido primordialmente máquinas de Impresora y otros modelos multifunción.
<b>Etiquetas de tipo II</b> Autodeclaraciones de los propios fabricantes		Etiqueta Verde Brother (Japón)	En octubre de 2001, Brother Industries, Ltd. estableció voluntariamente unos estándares ecológicos para sus productos y creó la Etiqueta Verde Brother para distinguir los productos que cumplieran los estándares de certificación correspondientes. Los productos que no son compatibles con las ecoetiquetas de tipo I pueden recibir esta etiqueta.

			<p>El bucle de Moebius es el símbolo internacional del reciclaje. Si se acompaña de un porcentaje, indica que el producto está fabricado a partir de materiales reciclado. Si no se menciona un porcentaje, significa simplemente que el producto es reciclable. La utilización del bucle de Möbius no está controlada por un organismo reconocido.</p> <p>La Asociación de Productores y Usuarios de papeles Reciclados concede una certificación a los productos que contengan como mínimo un 50% de fibras de celulosa recicladas. La utilización de la etiqueta APUR está controlada por la asociación.</p>
<p><b>Etiquetas de tipo III</b></p> <p>Se conceden a los productos cuya carga ambiental se evalúa cuantitativamente mediante un Análisis del Ciclo de Vida (ACV).</p>		EcoLeaf (Japón)	<p>Esta ecoetiqueta se otorga a los productos que proporcionan información cuantitativa acerca de sus características medioambientales. Es administrada y concedida por la Asociación Japonesa de Gestión Ambiental para la Industria. Brother Industries, Ltd. ha recibido la «System Certification*» en el sector Printer and Facsimile Business (marca registrada) y está en trámites para conseguir la etiqueta EcoLeaf para sus productos principales.</p>
<p><b>Etiquetas de conformidad</b></p> <p>Estas etiquetas indican que se cumplen determinados estándares.</p>		Programa internacional ENERGY STAR (EE. UU., Japón, UE, Canadá, Australia, Nueva Zelanda y Taiwán)	<p>Es un programa internacional de ahorro energético para equipos de oficina. El logotipo se concede a los productos que cumplen los estándares de ahorro energético. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.</p>
		Energy Conservation Certification (etiqueta de ahorro de energía)	<p>Esta ecoetiqueta es de China. Es un reconocimiento otorgado a los productos por su eficiencia energética. Brother ha obtenido esta etiqueta principalmente para impresoras y modelos multifunción.</p>

		(China)	
		Oeko-Tex Standard 100 (incluye Europa, las Américas y Japón)	Este estándar internacional pretende proteger a los consumidores contra sustancias nocivas y sustancias químicas, etc. que pueden afectar a la salud, contenidas en productos textiles (incluida la ropa). La seguridad de las impresoras para prendas de Brother (GT-541, GT-782) está certificada siempre que impriman en prendas que cumplen el estándar Oeko-Tex.

Es importante destacar que no he logrado encontrar ecoetiquetas específicas para luminarias estancas, lo que indica que es un asunto innovador en este tipo de productos.

### 1.2.- Ejemplos de comparación de sistemas mecánicos:

Repasando la bibliografía existente en la red podemos encontrar gran cantidad de ejemplos de comparación del impacto ambiental de dos o más productos.

Estas comparaciones tratan de dar respuesta al usuario sobre cosas como:

- Diferencias entre recursos y emisiones en procesos diferentes de fabricación de un mismo producto.
- Diferencias entre recursos y emisiones en materiales diferentes para la fabricación de un mismo producto.
- Diferencias entre las contribuciones de las diferentes etapas del ciclo de vida de cada producto a las emisiones totales.
- Diferencias entre los impactos socioeconómicos de cada uno de los productos.

En otras palabras, la comparación entre análisis de ciclos de vida trata de incrementar la eficacia en la elección de un producto (incluyendo su material y procesos de fabricación). Y dado que tiene en cuenta cada una de las fases en la vida de cada producto, se logra realizar mejoras.

Entre los muchos consultados podemos citar ejemplos como:

- i. Análisis del ciclo de vida comparativo de instalaciones de agua potable: tubería de cobre versus sistema multicapa PEX-Al. (Centro Español del Cobre (CEDIC)). Cuyas conclusiones son que la instalación de tubo de cobre prensada supone una reducción del impacto ambiental del 59,26% en relación al sistema multicapa. La reducción para la tubería de cobre soldada es del orden del 41,71%.
- ii. Análisis de ciclo de vida comparativo del casco de barcos. Cálculo de la huella de carbono. (Proyecto Dorna). Cuyas conclusiones son que para la mayoría de las categorías de impacto ambiental, la fabricación de cascos de madera tiene un comportamiento ambiental más bondadoso que la fabricación de cascos de poliéster, aunque sean estos los que en los últimos tiempos se estén imponiendo en el mercado.
- iii. Análisis de ciclo de vida comparativo de tres tiradores de baño. (Instituto tecnológico metalmecánico). El objetivo de este trabajo fue cuantificar el impacto medioambiental potencial de varios tiradores de baños. En este trabajo se puede destacar que el 99% del impacto medioambiental de este tipo de piezas se produce en la fase de producción, siendo la pieza con menor impacto medioambiental, la pieza de menor peso de materia prima.
- iv. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del envasado del flan de huevo YOPLAIT en tarro de aluminio frente al envasado en plásticos (CyclusVitale Solutions, SL). La empresa Sodiber, S.A, fabricante de productos lácteos , quería reducir el impacto ambiental del envase de sus flanes de huevo Yoplait y a su vez garantizar la distribución eficiente del producto y para ello encargan este trabajo a la empresa autora del informe. Necesitaban saber cuál era la mejor opción, si el habitual tarro de aluminio o bien una envase de polipropileno. La comparación de los dos sistemas de envase determinó que el tarro de



aluminio aparecía como menos impactante en todas las categorías estudiadas, exceptuando el potencial de destrucción. El tarro de aluminio tiene menor cantidad de material, hecho que supone un menor consumo de recursos naturales. Se podría mejorar el diseño del envase para que, con menos material, se obtuviera una misma capacidad de envase. El estudio comparativo de los dos envases mostró cual era más eficiente tanto a nivel de consumo de recursos –el aluminio supone una reducción de material utilizado- como a nivel de distribución y fin de vida –el volumen es un factor clave para determinar el impacto ambiental del proceso de transporte y de la logística de envases y productos.

- v. Análisis del Ciclo de Vida de los Sistemas de Secado de Manos. (Materials Systems Laboratory del Instituto de Tecnología de Massachusetts. Realizado por Trisha Montalbo, Jeremy Gregory, Randolph Kirchain, y encargado por: Dyson, Inc). Este trabajo compara directamente el impacto medioambiental de las toallas de papel, toallas de algodón, secadores de manos de aire caliente convencionales, XLERATOR® y el secador de manos Dyson Airblade. Este informe concluye que el secador de manos Dyson Airblade tiene el menor impacto medioambiental en comparación con todos los posibles sistemas de secado de mano.

- El último análisis comparativo del IFEU para PET, vidrio y envases de cartón. Análisis de ciclo de vida de ámbito europeo para envases para refrescos sin gas. En este informe se puede leer que los envases de cartón reciben las mejores puntuaciones en las categorías de emisiones de CO<sub>2</sub> y consumo de recursos fósiles.

- vi. Análisis de ciclo de vida de una instalación de bomba de calor geotérmica y comparativa con una instalación de caldera convencional

de gasóleo C en una escuela infantil en Galicia (Juan I. Rodríguez Fernández-Arroyo, III Congreso de Energía Geotérmica en la Edificación y la Industria). En cuyas conclusiones se destaca que Sistema BCG presenta un impacto ambiental menor que el sistema de caldera de gasóleo C.

- vii. Estudio comparativo de bolsas de plástico degradables versus convencionales mediante la herramienta de Análisis de Ciclo de Vida. (Instituto Nacional de Ecología y Secretaría de Medioambiente y Recursos Naturales). El objetivo de este trabajo era valorar las ventajas y desventajas tanto de las bolsas de plástico tradicionales como de las bolsas de plásticos degradables, biodegradables y reusables de polipropileno. La conclusión de este estudio fue que la bolsa reusable de polipropileno fue la que presentaba menores valores en las diferentes categorías de impacto que se estudiaron.
  
- viii. Análisis de Ciclo de Vida del Diseño Mecánico de las encimeras de inducción de segunda y cuarta generación (Daniel Elduque, 2012). El objetivo de este trabajo era evaluar realizar un Análisis de Ciclo de Vida (ACV) sobre el diseño mecánico de dos encimeras de inducción, de segunda (IH2) y cuarta generación (IH4) de la empresa BSH. Una de las principales conclusiones es que en la generación IH4 se consigue reducir de forma significativa el impacto mediante varias vías. La más importante es la reducción del cableado (de la cantidad de cobre empleado).

### **1.3.- Estudios sobre sistemas de iluminación:**

Repasando la bibliografía existente en la red podemos encontrar gran cantidad de ejemplos de estudios del impacto ambiental en sistemas diferentes de iluminación.

Estas comparaciones tratan de dar respuesta al usuario sobre cosas como:

- Diferencias entre recursos y emisiones en los procesos que implican la producción de los diferentes sistemas de iluminación.
- Análisis de recursos y emisiones de materiales y tecnologías diferentes para los diferentes sistemas de iluminación.
- Análisis de etapas de los ciclos de vida de cada sistema de iluminación.
- Análisis de los impactos socioeconómicos de cada uno de los sistemas de iluminación.

En otras palabras, los análisis de ciclos de vida de cada uno de los diferentes sistemas de iluminación trata de proporcionar la información necesaria para poder elegir eficazmente un producto (incluyendo su material y procesos de fabricación). Y dado que tiene en cuenta cada una de las fases en la vida de cada producto, se pueden plantear y lograr realizar mejoras en estas etapas.

Entre los muchos consultados podemos citar ejemplos como:

- i. Life Cycle Assessment of Product Stewardship Options for Mercury-Containing Lamps in New Zealand (Peter Garrett and Michael Collins, Environmental Resources Management (ERM), for the Ministry for the Environment, 2009). El propósito de este estudio era identificar los potenciales impactos ambientales de los diferentes tipos de bombilla, y las diferentes opciones de gestión al final de su vida. Los resultados indicaron que la fase de uso dominaba los impactos en todas las categorías de impacto, lo que representa más del 90% del ciclo de vida total. La fase de producción representaba alrededor del 5% de los impactos totales y la fase de eliminación representaba alrededor del 1% del total de impactos en todo el ciclo de vida total. Los

resultados demostraban que el beneficio medioambiental se conseguía desde el aumento de la recuperación y reciclado de bombillas que contenían mercurio.

- ii. Life Cycle Assessment of Streetlight Technologies (Mascaro Center for Sustainable Innovation. Douglas Hartley, Cassie Jurgens, Eric Zatcoff of University of Pittsburgh, 2009). El objetivo de este trabajo consistía en realizar una comparación de análisis de ciclo de vida (entre otros) entre sistemas de iluminación para el alumbrado público. Después de realizar el estudio, los autores recomiendan a la ciudad objeto de este, el uso de iluminación LED. Esto permitiría a la ciudad para darse cuenta de un inmediato ahorro de consumo eléctrico. Los análisis de estos modelos indicaron que la inducción y la iluminación LED tenían impactos similares. Sin embargo, se consideró que el rápido aumento de la eficiencia de la iluminación del LED pronto superaría a la de inducción. Por lo tanto, se recomendaba que la ciudad eligiera la tecnología LED. Así, el uso de una única tecnología beneficiaría a la ciudad con la reducción de los costos de mantenimiento e esta tendría una iluminación uniforme.
- iii. Life cycle assessment of light-emitting diode downlight luminaire. (Leena Tähkämö, Manuel Bazzana, Pierre Ravel, Francis Grannec, Christophe Martinsons, Georges Zissis, 2012). En este trabajo los autores tratan de estudiar los impactos ambientales de los productos LED. Como conclusión al trabajo los autores afirman que los impactos ambientales de la luminaria downlight LED del estudio de caso fueron generalmente producidos por la energía de consumo en la etapa de uso. El dominio del consumo fue aún más claro en el caso del escenario energético europeo. Sin embargo, los resultados mostraban que los esfuerzos de fabricación no pueden ser desatendidos en el análisis de ciclo de vida de la luminaria LED. Sin embargo, se

reconocía que existían incertidumbres en los cálculos de análisis de ciclo de vida, en particular en el modelado de los componentes LED.

- iv. Life Cycle Assessment of Illuminants A Comparison of Light Bulbs, Compact Fluorescent Lamps and LED Lamps.( OSRAM Opto Semiconductors GmbH, Siemens Corporate Technology, 2009). El objeto del trabajo consiste en evaluar la energía empleada durante la fabricación, transporte y uso, así como el final de la vida útil de las fuentes de luz tipo LED para etiquetar esta nueva tecnología como verde. Según este estudio se necesita menos del 2% de la demanda total de energía para la producción de la bombilla LED. La fase de fabricación es insignificante en comparación con la fase de uso para los tipos de bombillas estudiados, ya que utiliza menos del 2% de la demanda total de energía. Este estudio descarta cualquier preocupación de que la producción de LEDs en particular puede ser muy intensiva en energía. Según el estudio, el 80% de la energía se puede ahorrar mediante el uso de lámparas CFL o LED. La conclusión es que las lámparas LED son más eficientes que las lámparas incandescentes convencionales y también por delante en términos de respeto al medio ambiente. Incluso hoy en día, las lámparas LED muestran el impacto casi idéntico en el medio ambiente en comparación con CFL.
- v. Environmental impacts of lighting technologies — Life cycle assessment and sensitivity analysis. (Tobias Welz, Roland Hischer, Lorenz M. Hilty). El objetivo de este estudio fue evaluar los impactos ambientales causados por dispositivos de iluminación utilizados en el sector doméstico. Se utilizaron varios escenarios para identificar las cargas ambientales en todas las etapas de los ciclos de vida. Entre los dispositivos estudiados se pueden destacar lámparas de uso doméstico no direccionales, lámparas fluorescentes sin balasto

integrado, lámparas de descarga de alta intensidad y balastos y luminarias que puedan funcionar con dichas lámparas. El estudio confirma los resultados de varios estudios anteriores, que las lámparas fluorescentes (compactas y ordinarias) dan como resultado un menor impacto ambiental en comparación con los otros dos tipos de lámparas examinadas

(tungsteno y lámpara halógena. La investigación confirma claramente que la fase de uso, es decir, el consumo de electricidad, es el principal contribuyente a este impacto - independientemente del tipo de lámpara examinada. Los impactos producidos por la producción y la eliminación de residuos puede ser despreciados, excepto para el halógeno y la lámpara fluorescente compacta debido a su alto contenido de componentes electrónicos. Sin embargo, estos impactos son todavía bajos en relación con el impacto del consumo de energía durante el uso.

- vi. Life-Cycle Assessment and Policy Implications of Energy Efficient Lighting Technologies (Ian Quirk, 2009). El propósito de esta investigación fue entre otros, analizar el ciclo de vida completo de la iluminación incandescente ineficaz frente a los diodos emisores de luz (LED). El análisis sugiere que la adopción de LEDs podría producir mayores reducciones en el consumo de energía y emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con las lámparas fluorescentes compactas.
- vii. Life Cycle Assessment of Compact Fluorescent and Incandescent Lamps: Comparative Analysis (Erika Elijošiutė, Jolita Balciukevičiūtė and Gintaras Denafas Department of Environmental Engineering, Kaunas University of Technology, Lithuania, 2012). Este estudio pretende evaluar y comparar el impacto medioambiental de las bombillas fluorescentes (CFL) y las bombillas incandescentes mediante el análisis de ciclo de vida. Como conclusión del trabajo el

autor dice que la bombilla fluorescente compacta es significativamente mejor fuente de luz desde el punto medioambiental en comparación con las lámparas incandescentes debido principalmente al uso más eficiente de la electricidad. El factor clave para todas las conclusiones es que la bombilla fluorescente (CFL) puede utilizar hasta una cuarta parte de la electricidad de la lámpara incandescente. Además el brillo y el tiempo de funcionamiento de la CFL es mucho más larga que la lámpara incandescente.

- viii. Environmental Benefits of LED Lamps Using LED lamps to replace halogen MR16 lamps (Philips,2012). En este trabajo se compara las bombillas LED con las bombillas halógenas. Y el resultado es muy parecido a las investigaciones anteriores. Según el autor "The environmental benefits of using LED lamps to replace Halogen lamps are unquestionable" (Los beneficios medioambientales del uso de las bombillas LED para reemplazar a las bombillas halógenas son incuestionables).
- ix. Life Cycle Assessment of Lighting Products (Leena Tähkämö, Marjukka , Puolakka, Liisa Halonen, Georges Zissis, 2011). En este trabajo los autores realizan varias comparaciones de análisis de ciclo de vida de varios productos de iluminación entre los que se encuentran: (7 ACVs comparando la bombilla incandescente y la bombilla fluorescente compacta (CFL) ;3 ACVs de la bombilla incandescente, CFL y el diodo emisor de luz (LED); 1 LCA de la bombilla incandescente, bombilla de halógeno, CFL y bombillas fluorescentes ; 1 ACV de la bombilla incandescente, CFL, bombilla fluorescente, bombilla metal cerámica de haluro, bombilla del LED y la luminaria LED ; 1 ACV de farolas: bombilla de sodio de alta presión, bombilla de haluro de metal, bombilla de inducción y luminaria LED). Además de ACV de otros productos de iluminación: lámparas fluorescentes, luminarias de

emergencia y sistemas de iluminación inteligente. De todo el estudio el autor obtiene unos resultados consistentes entre los que cabe destacar que la fase de uso domina claramente los impactos ambientales de los ciclo de vida, y que las fuentes de luz más respetuosas con el medio ambiente por orden son la bombilla LED, la luminaria CFL, la lámpara fluorescente (T5) y en último lugar la bombilla de inducción.

- x. Life-Cycle Assessment of Energy and Environmental Impacts of LED Lighting Products (U.S. Department of Energy, 2012). Este documento que consta de tres partes (PART 1: Review of the Life- Cycle Energy Consumption of Incandescent, Compact Fluorescent, and LED Lamps; PART 2: LED Manufacturing and Performance; PART 3: LED Environmental Testing). En este trabajo el Departamento de Energía de EE.UU. (DOE) realizó un estudio de tres partes para evaluar el impacto total del ciclo de vida de la sustitución de lámparas LED en relación con dos tecnologías de iluminación tradicionalmente usadas en los hogares residenciales: bombillas incandescentes y lámparas fluorescentes compactas de bajo consumo (CFL). Esta evaluación del estudio de ciclo de vida considera no sólo el uso, sino también la fabricación, el transporte, y la eliminación. Este trabajo concluye que el uso domina no sólo el total energía que se consume en todo el ciclo de vida de las bombillas incandescentes, fluorescentes y LED, sino también su impacto al medioambiente. También nos dice que el mayor impacto ambiental después energía consumida en el uso de las fuentes de la fabricación de la carcasa de aluminio, aunque esta es imprescindible ya que la disipación de calor es muy importante para un correcto funcionamiento de los LED.



- xi. Desarrollo de una metodología para el diseño ecológico en productos de iluminación (Instituto tecnológico metalmecánico, 2009). El objetivo principal de este proyecto es desarrollar una metodología de gestión del diseño sobre la categoría de producto de iluminación que permita incorporar la variable medioambiental en la etapa de diseño del sector de luminarias. Según las conclusiones del trabajo, el autor afirma que con las propuestas de mejoras basadas en escenarios alternativos se demuestra que se pueden reducir los impactos hasta un 57%, sin modificar sustancialmente el producto. Las principales modificaciones que se pueden realizar al producto para que reduzca su impacto son: reducir la longitud del cable, reducir el peso de la pantalla de cristal, reducir el peso de la caja de cartón que contiene la luminaria acabada, reducir el número de horas que se mantiene encendida la luminaria. Además, en la metodología desarrollada por el autor se crea un documento técnico en el que se incluye información general del producto en base a indicadores fáciles de obtener, puesto que son datos que la empresa conoce y puede actuar sobre ellos. En base a estos datos se puede elaborar un documento que pueda transformar estos datos conocidos por la empresa en datos de evaluación ambiental mediante tablas que introducción de datos en matrices de impacto. Las matrices de impacto establecen un perfil ecológico del producto. Este perfil ecológico es un valor de referencia y solo tiene sentido si se establecen comparaciones con perfiles ecológicos del producto modificado o con productos similares entre sí. Los perfiles ecológicos permiten conocer las etapas de mayor impacto de producto y a su vez permiten establecer objetivos de mejora ambiental de los productos.
- xii. Metodológica aplicada al diseño /Cátedra Galan 2012 (Diego Loiza; Tomas Santamaria, Agustina Sturzenegger). En este trabajo se realiza el análisis de los factores críticos en materia de sustentabilidad a lo

largo de todo el ciclo de vida de los artefactos de iluminación. Divididos en tres etapas fundamentales al ciclo: fabricación, uso y fin de vida. Resaltando los principales puntos no sostenibles a tener en cuenta en la etapa de diseño. Como conclusión, los autores dicen que el consumo de la tecnología LED es considerablemente menor a cualquier otra pero los procesos productivos para la elaboración de los artefactos requieren de un elevado consumo. En el punto donde más se destaca es en el difusor de temperatura (carcasa). Una extrusión de aluminio que pasa por procesos de mecanizados para tomar una forma redonda arrastrada aun de la tecnología a la que reemplaza. El costo de la extrusión, mas el de los mecanizados y el desperdicio de material, se oponen diametralmente al bajo consumo de la tecnología. Al mismo tiempo otra de las características destacadas es la longevidad de los LEDs, aspecto sustentable solo si no se tiene en cuenta que el mercado al que está apuntado tiene como política de imagen la renovación total de sus interiores incluyendo artefactos lumínicos cada mucho menos tiempo.



## ANEXO II: CÁLCULOS LUMINARIA OLEVEON



<b>2.- LUMINARIA OLEVEON .....</b>	<b>131</b>
2.1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	131
2.2.- INVENTARIO (ÁRBOL, PESOS, Nº DE UNIDADES, MATERIALES Y PROCESOS) .....	133
2.3.- ANÁLISIS FUNCIONAL .....	138
2.4.- CÁLCULO CON EcoTOOL.....	154
2.5.- CALCULO CON SIMAPRO .....	169
2.6.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DATOS .....	170
2.7.- CONCLUSIONES .....	172



## 2.- LUMINARIA OLEVEON

### 2.1.- Descripción del producto

La luminaria Oleveon es una luminaria estanca de fluorescentes diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un exterior liso y con prismas longitudinales interiores y superficies frontales ligeramente rugosas para favorecer el reparto de la luz emitida por los fluorescentes.

La carcasa está fabricada en poliéster, difícilmente inflamable, reforzada con fibras de vidrio y de color gris claro. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. Puede colocarse la conexión a red por su frontal o a través del techo.





## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Este tipo de luminaria ofrece una gran cantidad de posibilidades de configuración. Como se puede ver en el listado de piezas posibles, hay piezas que pueden ser de un material u otro. A continuación se exponen las opciones:

- Clip de apriete del difusor con la carcasa: Este elemento es fabricado en metal y en poliamida.
- El difusor puede ser fabricado con Policarbonato (PC), metacrilato (PMMA) y SAN.
- El sistema eléctrico puede ser con reactancias o electrónico. En el caso de que sea con reactancias, el producto dispondrá de un cebador, un portacebador y una reactancia.

Las opciones son:

Opción	Clip	Difusor	Sistema eléctrico
A	Poliamida	PC	Reactancia
B	Poliamida	PMMA	Reactancia
C	Poliamida	SAN	Reactancia
D	Metal	PC	Reactancia
E	Metal	PMMA	Reactancia
F	Metal	SAN	Reactancia
G	Poliamida	PC	Electrónico
H	Poliamida	PMMA	Electrónico
I	Poliamida	SAN	Electrónico
J	Metal	PC	Electrónico
K	Metal	PMMA	Electrónico
L	Metal	SAN	Electrónico

## 2.2.- Inventario (árbol, pesos, nº de unidades, materiales y procesos)

A continuación se muestra el árbol de inventario de la luminaria Oleveon. Los nombres en color "negro" son conjuntos o subconjuntos. Los nombres en color "azul" son conjuntos o subconjuntos. Los nombres en color "gris" son subconjuntos o piezas que son opcionales, y podrían ir en lugar de otras en azul.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Oleveon228	Embalaje				
		Etiquetainteriortx			
		Etiquetaexteriortx			
		Carton			
		Cinta			
		Instruccionesmontajeoleveon			
	Bolsaaccoleveon				
		Muellefijacion			
		Arquillo suspension			
		Bolsaacc			
		Precintorojo			
		Taponestanco			
		Clipoleveonplas			
		Clipoleveonmet			
	Pantallacompleta				
		Carcasaestanca			
			Carcasacompleta		
			Carcasaoleveon		
			Junta_pu		
			Difusoroleveon_pmma		
			Soportebandeja		
			Difusoroleveon_pc		
			Difusoroleveon_san		
		Bandejaelectrificada			
			Sistemaelectrico		
			Op1reactancia		
			Cebador		
			Portacebador		
			Fluorescente_t8		
			Reactancia		

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

				Op2electronica
				Electronica
				Fluorescente_t5
				Portafluorescente
				Fichadeconexion
				Cableado
			Bandejametalica	
			Etiqueta	

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Oleveon con su número de unidades y el peso de cada una de ellas:

Conjunto/subconjunto	Nº unidades	Peso (gramos) - OPCIONES					
		A	B	C	D	E	F
OLEVEON228	1	4072,07	4072,07	4072,07	4078,75	4078,75	4078,75
Embalaje	1	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6
Bolsaaccoleveon	1	67	67	67	73,68	73,68	73,68
Pantallacompleta	1	3730,47	3730,47	3730,47	3730,47	3730,47	3730,47
Carcasaestanca	1	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47
Carcasacompleta	1	897,6	897,6	897,6	897,6	897,6	897,6
Bandejaelectrificada	1	2252	2252	2252	2252	2252	2252
Sistemaelectrico	1	1509	1509	1509	1509	1509	1509
Op1reactancia	1	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3
Op2electronica	1	0	0	0	0	0	0

Conjunto/subconjunto	Nº unidades	Peso (gramos) - OPCIONES					
		G	H	I	J	K	L
OLEVEON228	1	3038,77	3038,77	3038,77	3045,45	3045,45	3045,45
Embalaje	1	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6
Bolsaaccoleveon	1	67	67	67	73,68	73,68	73,68
Pantallacompleta	1	2697,17	2697,17	2697,17	2697,17	2697,17	2697,17
Carcasaestanca	1	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47	1478,47
Carcasacompleta	1	897,6	897,6	897,6	897,6	897,6	897,6
Bandejaelectrificada	1	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7
Sistemaelectrico	1	475,7	475,7	475,7	475,7	475,7	475,7
Op1reactancia	1	0	0	0	0	0	0
Op2electronica	1	415	415	415	415	415	415

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Pieza	Nº unidades	Peso (gramos)
Etiquetainteriortx	1	0,1
Etiquetaexteriortx	1	2
Carton	1	266
Cinta	5	2,5
Instruccionesmontajeoleveon	2	4
Muellefijacion	2	19,74
Arquillo suspension	2	3,966
Bolsaacc	1	2,41
Precintorojo	1	1
Taponestanco	2	4,164
Clipoleveonplas	8	35,72
Clipoleveonmet	8	42,4
Difusoroleveon_pmma	1	563
Soportebandeja	2	17,866
Difusoroleveon_pc	1	563
Difusoroleveon_san	1	563
Carcasaoleveon	1	862
Junta_pu	1	35,6
Bandejametalica	1	742
Etiqueta	1	1
Portafluorescente	4	16,4
Fichadeconexion	1	6,3
Cableado	1	38
Cebador	2	14,3
Portacebador	2	4
Fluorescente_t8	2	328
Reactancia	2	1102
Electronica	1	205
Fluorescente_t5	2	210

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Oleveon con sus materiales:

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

ELEMENTO	MATERIAL	PESO (g)	IMPACTO	CO2	END OF LIFE	TOTAL
ETIQUETAINTERIORTX	P2 Printed paper	0,1	0,0576	0,0004	0,0008	0,0584
ETIQUETAEXTERIORTX	P2 Printed paper	2	1,152	0,0072	0,0158	1,1678
CARTON	P2 Packaging, CB mixed fibre, single wall	266	34,5108	0,4228	2,1094	36,6202
CINTA	P1 Packaging film, LDPE	0,5	0,1779	0,0016	-0,0497	0,1282
INSTRUCCIONES MONTAJE OLEVEON	P2 Printed paper	2	1,152	0,0072	0,0158	1,1678
MUELLEFIJACION	P0 Stainless steel (chapa)	9,87	13,909	0,0181	-11,5706	2,3384
ARQUILLO SUSPENSION	P0 stainless steel (alambre)	1,983	2,8495	0,0027	-2,3247	0,5248
BOLSAACC	P1 PP Bag	2,41	0,8194	0,0071	-0,2416	0,5779
PRECINTOROJO	P1 Packaging film, LDPE	1	0,3558	0,0031	-0,0994	0,2564
TAPONESTANCO	M1 PVC	2,082	0,4472	0,0045	0,0366	0,4838
CLIP OLEVEON PLAS	M1 PA 6, GF10	4,465	2,7527	0,039	1,1038	3,8565
CLIP OLEVEON MET	P0 Stainless steel (chapa)	5,3	7,4689	0,0097	-6,2132	1,2557
DIFUSOR OLEVEON_P MMA	M1 PMMA	563	446,8418	4,0327	138,1152	584,957
SOPORTEBANDEJA	M1 PA 66	8,933	5,5286	0,0719	2,2093	7,7379
DIFUSOR OLEVEON_PC	M1 PC	563	349,3584	4,38	138,1152	487,4736
DIFUSOR OLEVEON_SAN	M1 SAN	563	235,8857	2,3125	137,7661	373,6518
CARCA S OLEVEON	M1 Polyester resin, thermoformable	862	323,6293	4,2753	210,9314	534,5607
JUNTA_PU	M1 PU, flexible foam	35,6	18,4664	0,1744	9,4675	27,9339
BANDEJA METALICA	P0 Chapa pintada	742	280,4686	2,2166	-45,9446	234,5239
ETIQUETA	P2 Printed paper	1	0,576	0,0036	0,0079	0,5839
PORTAFLUORESCENTE	E Porta Fluorescente with prefixed eol	4,1	10,5202	0,0322	0	10,5202
FICHA DE CONEXION	E Klemme 3pol with prefixed eol	6,3	53,9169	0,031	0	53,9169
CABLEADO	E 1 gram of PVC wire with prefixed eol	38	131,6347	0,078	0	131,6347
CEBADOR	E Starter with prefixed eol	7,15	30,8096	0,1677	0	30,8096
PORTACEBADOR	E Porta cebador with prefixed eol	2	6,4335	0,015	0	6,4335
FLUORESCENTE_T8	E Fluorescent tube with prefixed eol	164	243,5662	1,7573	0	243,5662
REACTANCIA	E Magnetic ballast with prefixed eol	551	992,8194	1,9146	0	992,8194
ELECTRONICA	E Driver 228 with prefixed eol	205	2813,8915	8,4847	0	2813,8915
FLUORESCENTE_T5	E Fluorescent tube with prefixed eol	105	155,9418	1,1251	0	155,9418

Como se ha explicado anteriormente, en la elaboración de la biblioteca para los proyectos de la empresa ZALUX se han definido “materiales” que ya llevan implícito los procesos que estos necesitan. Así pues, por ejemplo, el material “EDriver228 with prefixed eol” no es un material en sí, sino que es un material compuesto por su materia prima y sus procesos, con todos los datos de peso e impactos ya introducidos.

**MATERIALS**

**NAME**

- E 1 gram of PVC wire with pre
- E Capacitor film THT with pref
- E Driver 228 with prefixed eol**
- E Driver 236 with prefixed eol
- E Electronic SMD with fixed e
- E Electronic THT with fixed ec
- E Fluorescent tube with prefix
- E Klemme 3pol with prefixed e
- E Magnetic ballast with prefix
- E Porta cebador with prefixed

**ENVIRONMENTAL IMPACT (mPtUgr)**

13,7262968

**Comments:** 205 grams per 228 Driver

☒ Material ☐ Recycling ☐ Reuse ☐ Land filling ☐ Incineration ☐ Carbon footprint

Tag 1	Tag 2	Tag 3	Tag 4	Tag 5	Tag 6	Tag 7	Tag 8	Tag 9	Tag 10
8	0	0	11	0	1	0	0	0	0

**TAGS**

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Oleveon con sus procesos:

PROCESO	Elemento	Dato	Unidad	CO2	IMPACTO
P Injection moulding	TAPONESTANCO	3	g	0,004	0,331
P Injection moulding	CLIPOLEVEONPLAS	6	g	0,008	0,662
P Injection moulding	DIFUSOROLEVEON_PMMA	563	g	0,7475	62,1158
P Injection moulding	SOPORTEBANDEJA	10	g	0,0133	1,1033
P Injection moulding	DIFUSOROLEVEON_PC	563	g	0,7475	62,1158
P Injection moulding	DIFUSOROLEVEON_SAN	563	g	0,7475	62,1158
P Thermoforming	CARCASAOLEVEON	862	g	0,6714	56,7054
O Curado del foaming, 17 min a 45°C	JUNTA_PU	1	Unidad	0,1141	9,4632
M Laminación + Estampación Steel pieza grande	BANDEJAMETALICA	742	g	0,4997	45,7479

### 2.3.- Análisis funcional

#### EMBALAJE (Packaging):

##### EMBALAJE - Cartón:

1 Pieza recortada y troquelada de cartón de medidas envolventes: 50cm x 145cm x 3mm. Su función principal consiste en recoger en un solo cuerpo el producto con sus diferentes piezas para que su transporte sea más eficaz y cómodo.



##### EMBALAJE – Etiqueta exterior:

1 Pegatina con marcado CE y dos medios folios tamaño A4 como tarjeta de identificación. Sirven para identificar el producto y hacer una pequeña descripción de tamaño, uso y calidad del producto.



EMBALAJE - Cinta adhesiva:

5 Tiras de cinta adhesiva de medidas 15cm x 5cm. Su uso está destinado al cierre del cartón de este mismo apartado.

EMBALAJE - Manual de montaje y Etiqueta interior:

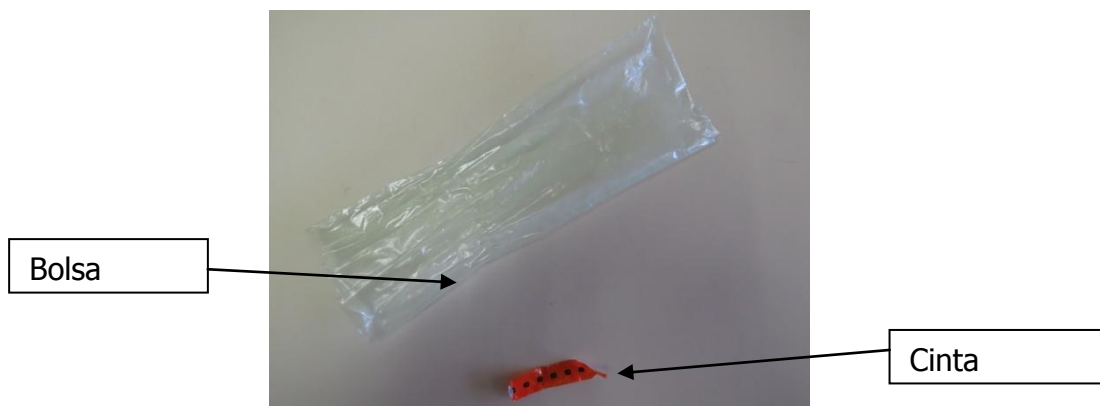
2 Piezas de papel impreso. En una de ellas describe el modo para proceder al montaje del producto y en el otro especifica unas advertencias de uso de luminarias con balastos electrónicos, así como recomendaciones de protección.



BOLSA DE PIECERÍO:

BOLSA DE PIECERÍO - Bolsa:

1 Bolsa de plástico de medidas envolventes 24cm x 18cm x 0,1mm. Sirve para contener todas las piezas sueltas del conjunto que tendrán un uso específico dentro de la luminaria.



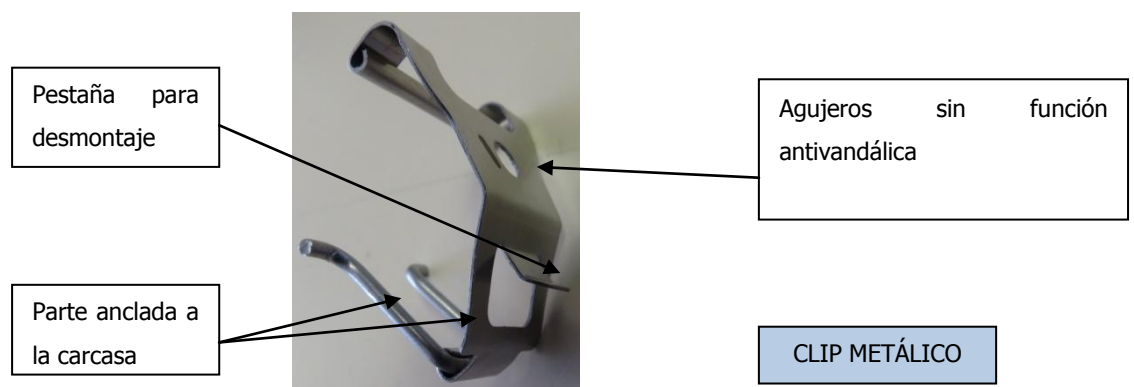
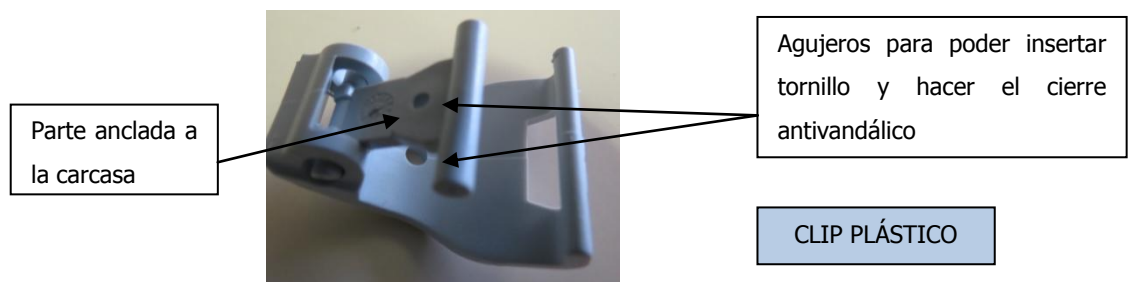


BOLSA DE PIECERÍO - Cinta adhesiva:

1 Tira de cinta adhesiva de 6cm de largo por 1cm de ancho que sirve para asegurar el cierre de la bolsa y que no exista la posibilidad de perder las piezas contenidas en esta.

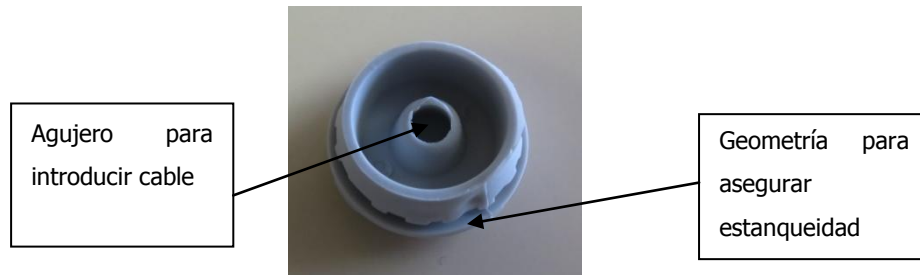
BOLSA DE PIECERÍO - Clip (Gatillo de cierre):

8 Unidades de pieza que sirven como clips de cierre de la luminaria. Su función principal es asegurar la unión entre la carcasa y el difusor para aislar del exterior el contenido interior de la luminaria.



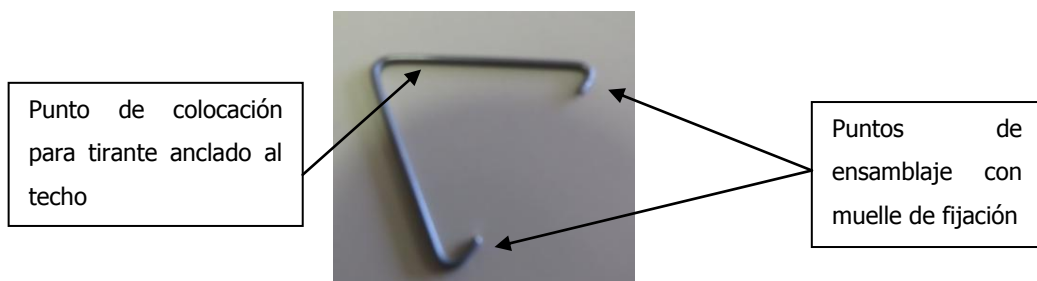
BOLSA DE PIECERÍO – Tapón estanco:

2 Unidades de pieza de plástico de forma circular. Estas sirven para crear una junta estanca en los agujeros practicados en la carcasa para meter los cables del punto de luz.



BOLSA DE PIECERÍO – Arquillos de suspensión:

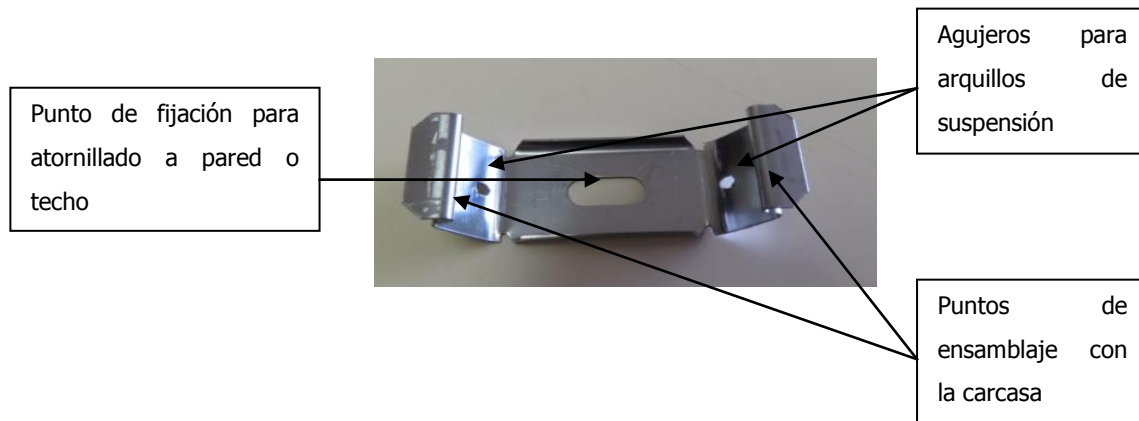
2 Piezas metálicas en forma de triángulo cuyo uso está destinado a una posible sujeción exterior de la luminaria mediante tirantes anclados a algún techo. Estas piezas irían ensambladas con los arquillos de suspensión y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.



BOLSA DE PIECERÍO – Muelle de fijación:

2 Piezas metálicas que sirve para el anclaje exterior de la luminaria mediante tornillería. Estas piezas irán ensambladas con la carcasa y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.

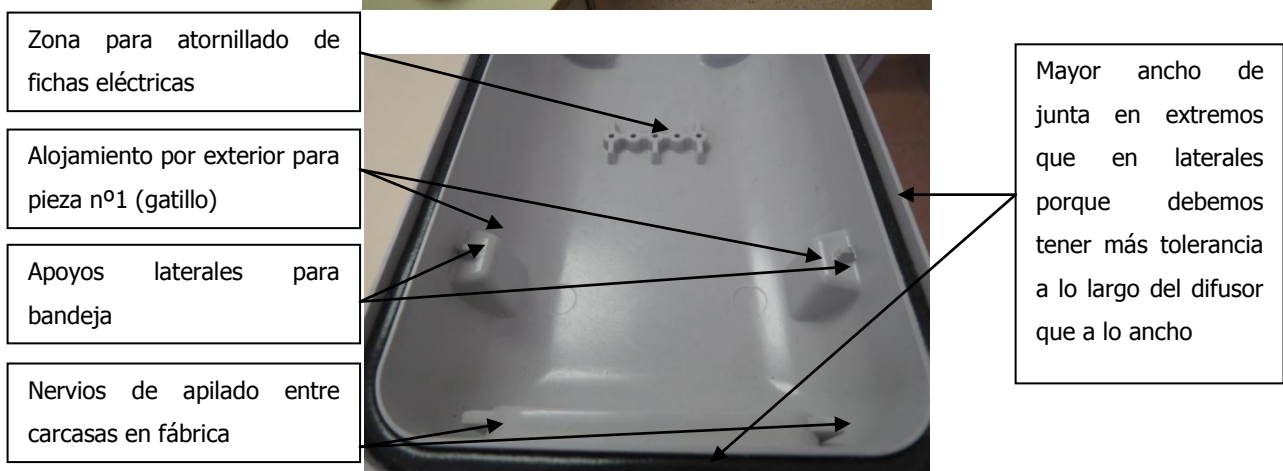
## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



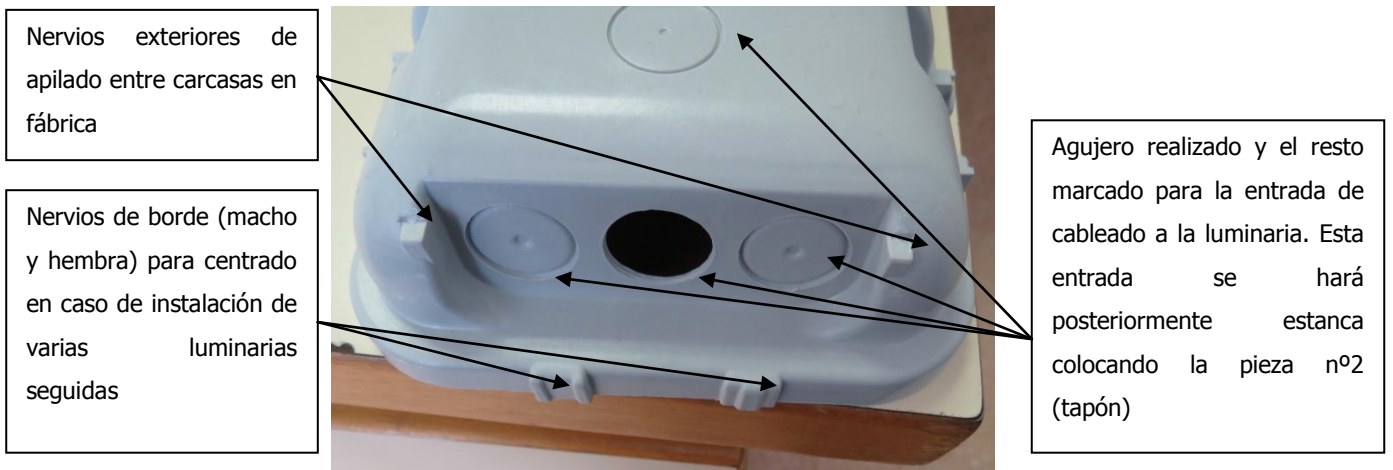
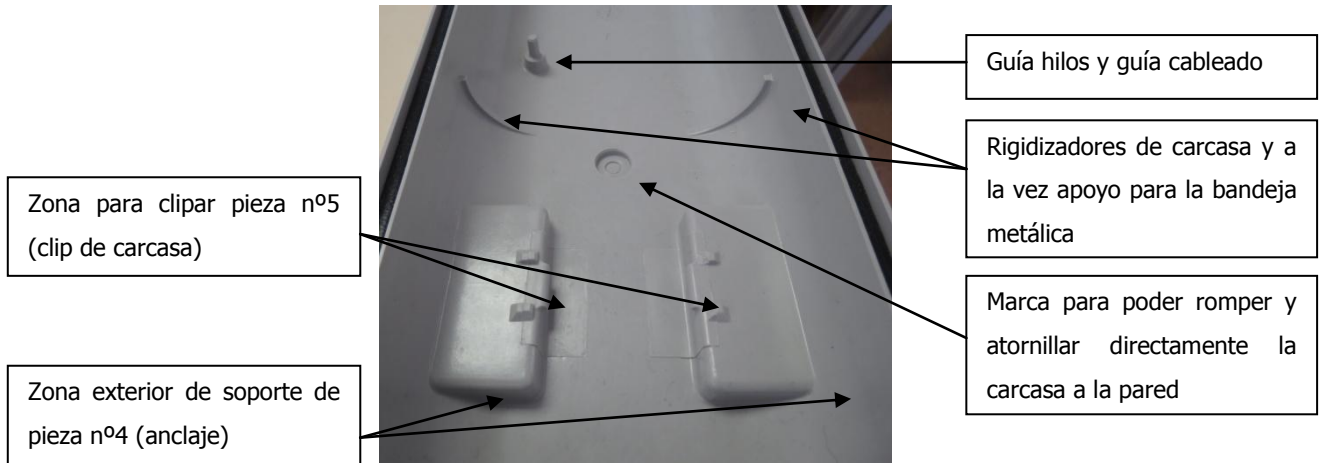
### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA:

### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Carcasa:

1 Pieza de plástico de medidas envolventes 128cm x 14cm x 5,45cm. Esta se ancla mediante las piezas antes descritas a un firme definido por el cliente. Su función es la de contener y sujetar todo el mecanismo. Tiene una función contenedora y estructural.

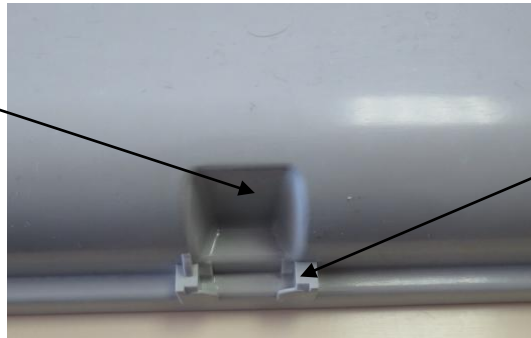


## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

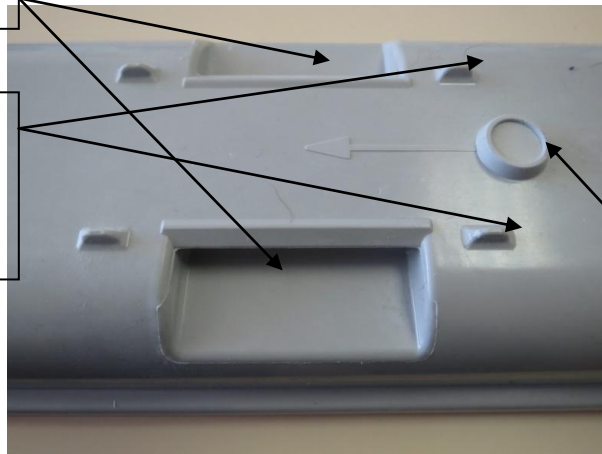
Cavidad para poder meter un dedo y desmontar la pieza nº1 (gatillo)



Alojamiento por exterior para pieza nº1 (gatillo)

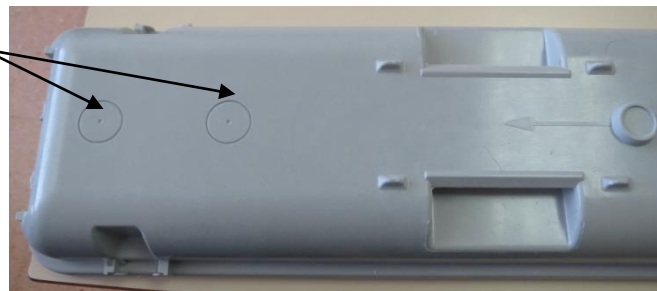
Zona exterior de soporte de pieza nº4 (anclaje)

Nervios exteriores de centrado en caso de instalación de luminaria en raíl metálico

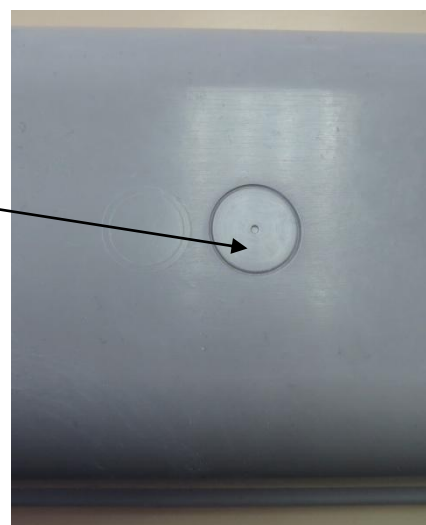


Marca para poder romper y atornillar directamente la carcasa a la pared

Agujeros marcados para la entrada de cableado a la luminaria. Esta entrada se hará posteriormente estanca colocando la pieza nº2 (tapón)

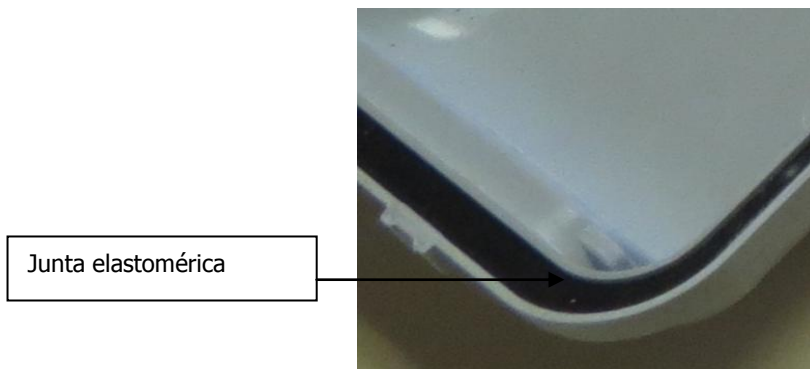


Agujero marcado en el punto central de la luminaria para la entrada de cableado. Esta entrada se hará posteriormente estanca colocando la pieza nº2 (tapón)



PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Junta elastomérica:

Una ranura de la carcasa es rellena con material elastomérico. Esta junta será la junta en la que se colocará el difusor. Mediante los clips de cierre de la luminaria se asegurará una presión en la unión más o menos uniforme, creando así una junta estanca entre el mecanismo interior de la luminaria y el medio exterior.



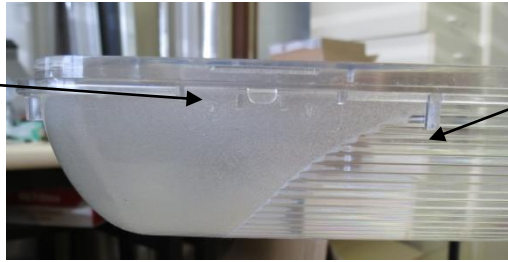
PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – Difusor:

1 Pieza de plástico. Sirve para dispersar la luz que emiten los fluorescentes de forma uniforme a través de él. Esta se puede fabricar en Policarbonato (PC) y en Polimetacrilato (PMMA) y SAN.

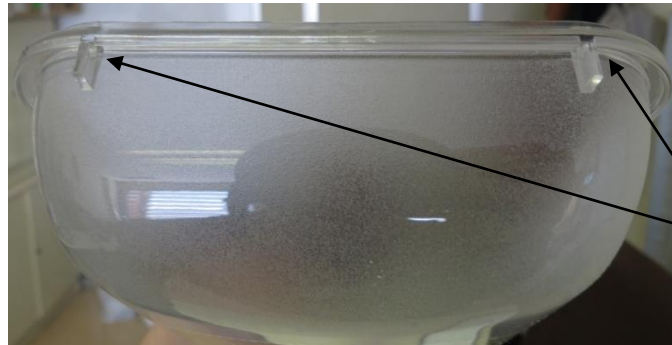


## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

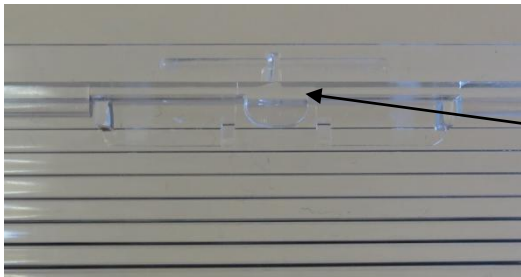
Óptica opaca para  
ocultar la zona de  
portafluorescentes



Óptica estriada para  
favorecer la  
luminosidad  
uniforme de los  
fluorescentes

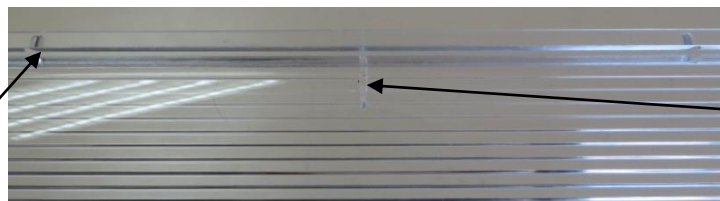


Nervios para  
apilado de  
difusores en  
fábrica



Zona de inserción de clips.  
Permite que el difusor quede  
suspendido de los clips. Esta  
zona es más ancha que el clip  
porque así puede asumir  
tolerancias

Nervios para  
centrar el labio  
de pisado en la  
junta de la  
carcasa



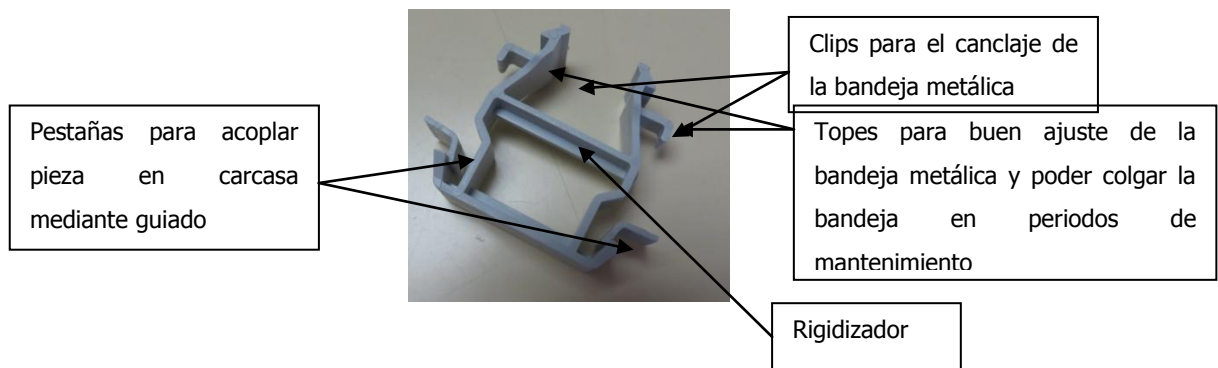
Nervios para  
apilado de  
difusores en  
fábrica





PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – Soporte bandeja:

2 Piezas de plástico que ya vienen montadas sobre la carcasa. La función de esta pieza es asegurar la unión de la carcasa con la bandeja metálica que a su vez es soporte de todo el balasto electrónico.





## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA:

#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - Etiqueta:

1 Pegatina de medidas 8cm x 3,4cm. Esta sirve como identificación de la bandeja y especificaciones del balasto electrónico.

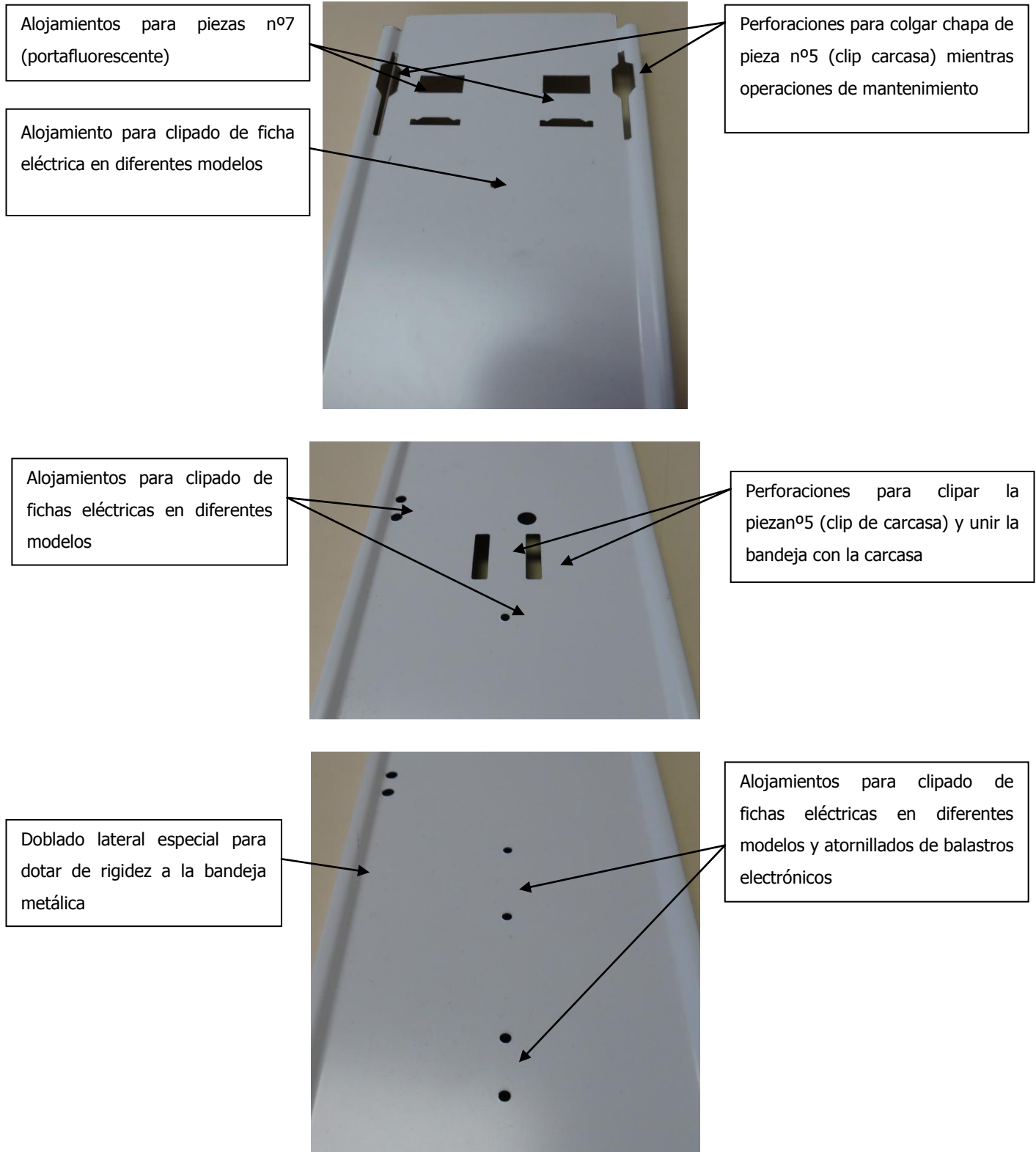


#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - Bandeja metálica:

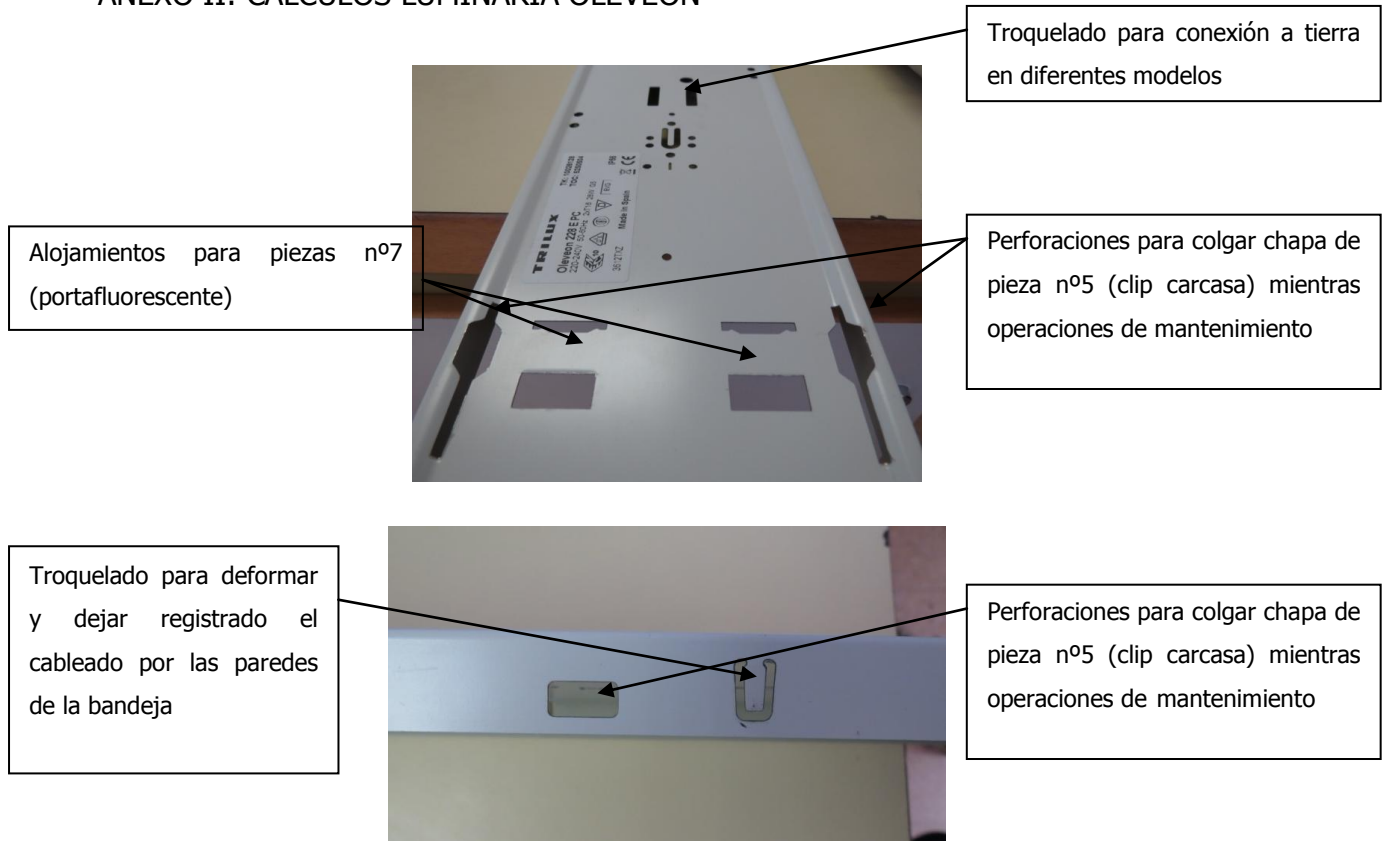
1 Bandeja de chapa doblada, troquelada y pintada de medidas envolventes 124,5cm x 15,5cm x 0,7mm. Esta se une a la carcasa mediante las piezas nº5, y su función es alojar el balasto electrónico junto a los cebadores y a los fluorescentes.



## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



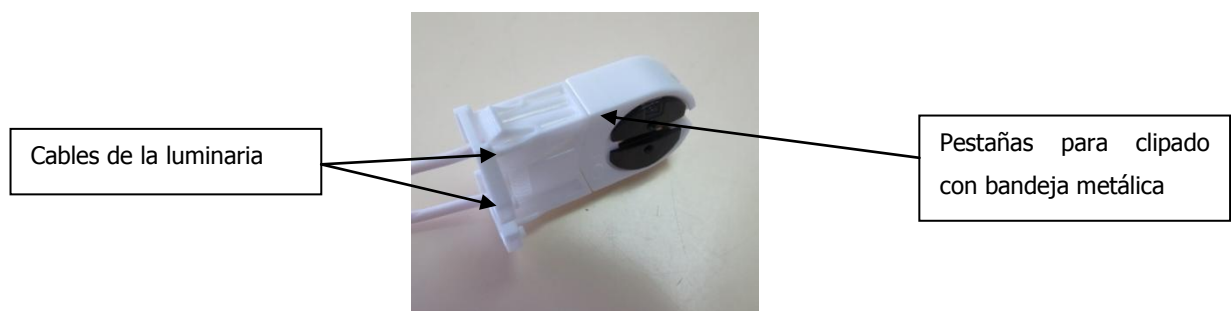
## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO:

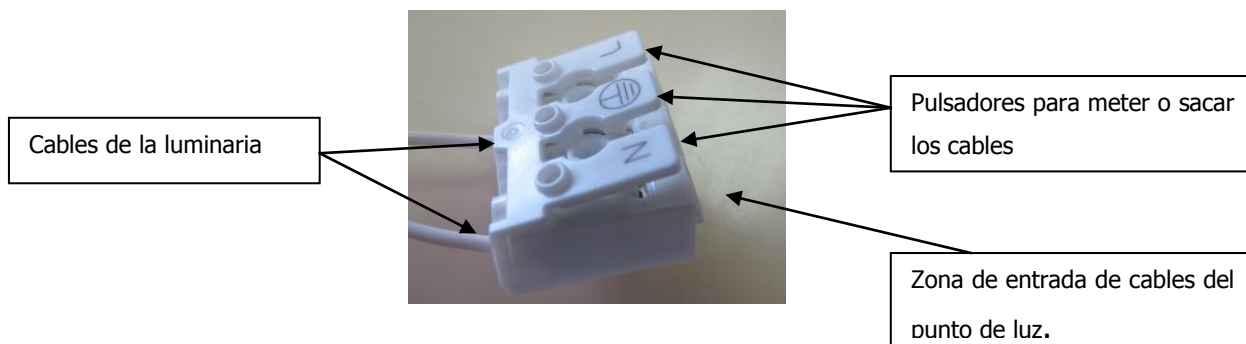
#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Portafluorescente:

4 Piezas estándar de sujeción de fluorescentes. Esta se ancla mediante clipado a la bandeja metálica y tiene dos cables conectados que vienen del balasto electrónico. Tiene un alojamiento giratorio que será donde haya que conectar uno de los extremos del fluorescente. Sirve para transmitir la electricidad del balasto electrónico a los fluorescentes.



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Ficha de conexión:

1 Pieza estándar de conexión eléctrica cuya función es recoger la electricidad del punto de luz y mediante los cables llevarla al balasto electrónico. Esta se ancla mediante clipado a la bandeja.



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Cableado:

532 cm de longitud de cable de 2mm (cobre + plástico) de diámetro, donde el 58% es cobre y el 42% es plástico (PVC). Su función es la de generar las conexiones suficientes entre el punto de luz, la placa electrónica, los cebadores y los fluorescentes.

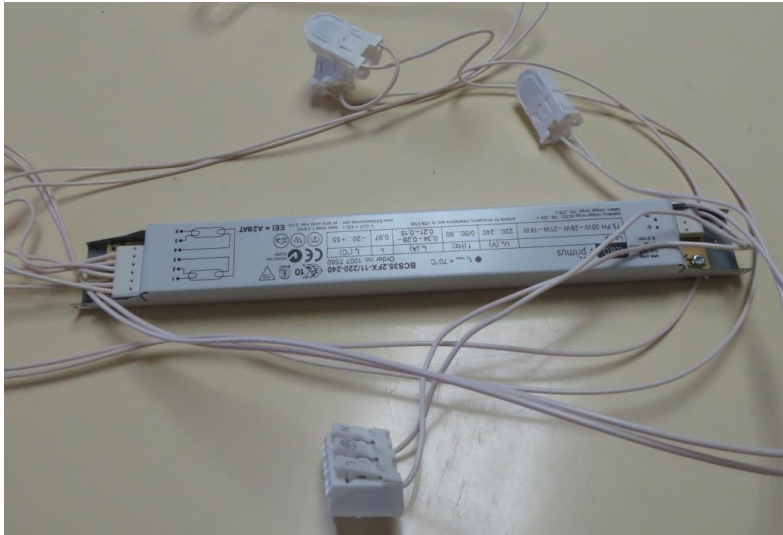


PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Opción electrónico:

Conjunto de piezas. Esta se ancla mediante atornillado a la bandeja metálica y tiene varios cables conectados que vienen de las piezas de ficha de conexión y

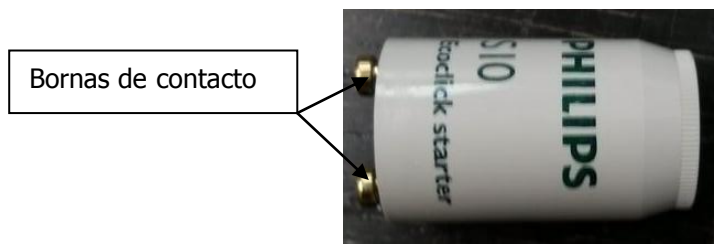
## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

portafluorescente. Sirve para transformar la electricidad que viene del punto de luz y hacerla llevar a la intensidad y voltaje adecuados para que los fluorescentes puedan funcionar.



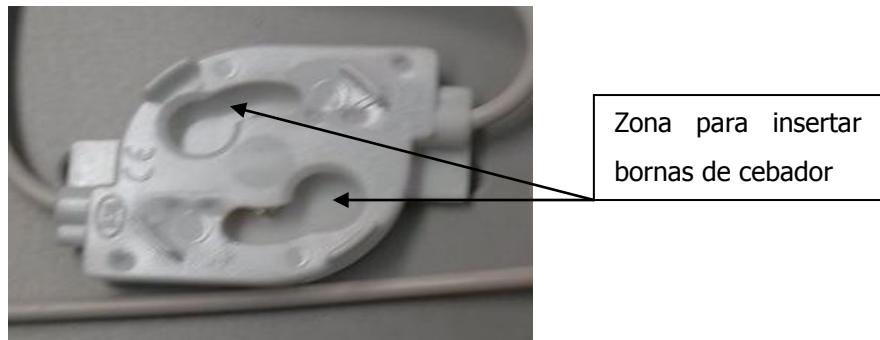
### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN REACTANCIA-Cebador:

Los tubos fluorescentes tienen un electrodo situado a cada lado, y en su interior contienen vapor de mercurio junto con cierta cantidad de polvo fluorescente de fósforo. La luz se produce mediante la activación de la fluorescencia de dicho polvo por la radiación ultravioleta de una descarga eléctrica provocada entre los electrodos y mantenida en el vapor de mercurio encerrado en el tubo. Antes de provocar la descarga, los electrodos son precalentados por medio del cebador que, al abrirse, genera un pico de alta tensión suficiente como para provocar el encendido de la lámpara.



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN  
REACTANCIA-Portacebador:

Es donde el cebador es acoplado y donde se han realizado las conexiones oportunas al cebador.

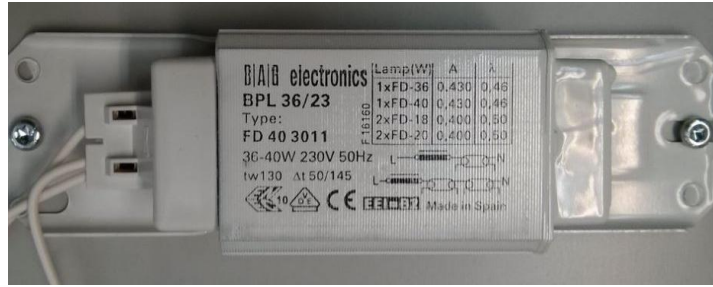


PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN  
REACTANCIA-Reactancia:

Sirve para elevar la tensión en el inicio del cebado del tubo para que se produzca el encendido. La reactancia es una inductancia (una bobina), que almacena energía

en forma de campo magnético según  $E = \frac{1}{2} LI^2$  siendo L la inductancia e I la intensidad.

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- - Fluorescente:



#### 2.4.- Cálculo con EcoTOOL

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria en todas sus opciones con el Eco-Indicador 99 v2.09 se presentan en las siguientes tablas.

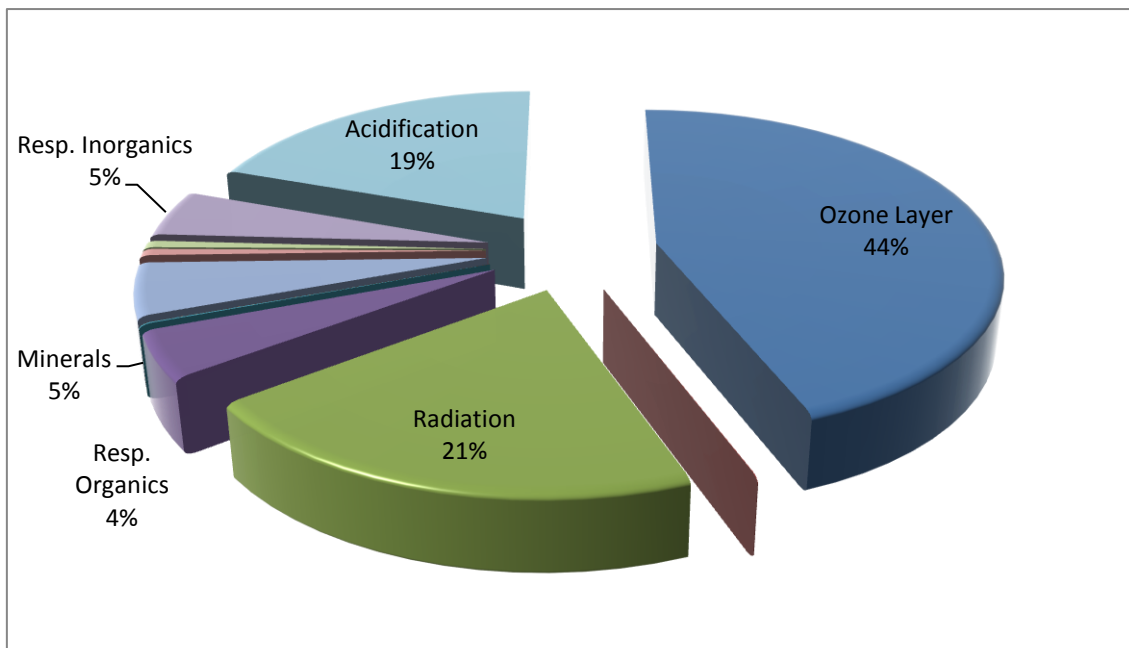
##### **2.4.1.- Opción A:**

Configuración básica de la Oleveon :

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Carcinogens	1,93078	Pt
Resp. organics	0,00108	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Resp. inorganics	0,89707	Pt
Climate change	0,19636	Pt
Radiation	0,00394	Pt
Ozone layer	0,00007	Pt
Ecotoxicity	0,22424	Pt
Acidification	0,02786	Pt
Land use	0,02945	Pt
Minerals	0,20110	Pt
Fossil fuels	0,85245	Pt



ENVIRONMENTAL IMPACT	4336,84000	mPt
KG eq CO2	22,08000	Kg

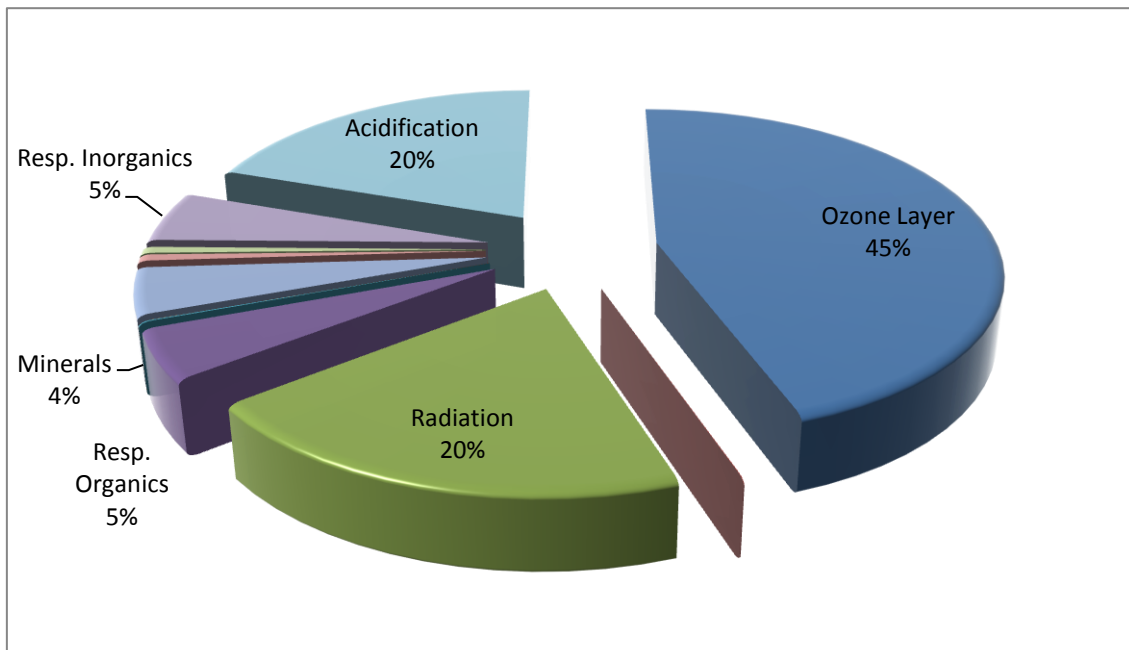
### 2.4.2.- Opción B:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,95252	Pt
Land Use	0,00119	Pt
Radiation	0,86807	Pt



## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVION

Resp. Organics	0,20993	Pt
Climate change	0,00381	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,19849	Pt
Carcinogens	0,02724	Pt
Fossil fuels	0,02694	Pt
Resp. Inorganics	0,21901	Pt
Acidification	0,86144	Pt



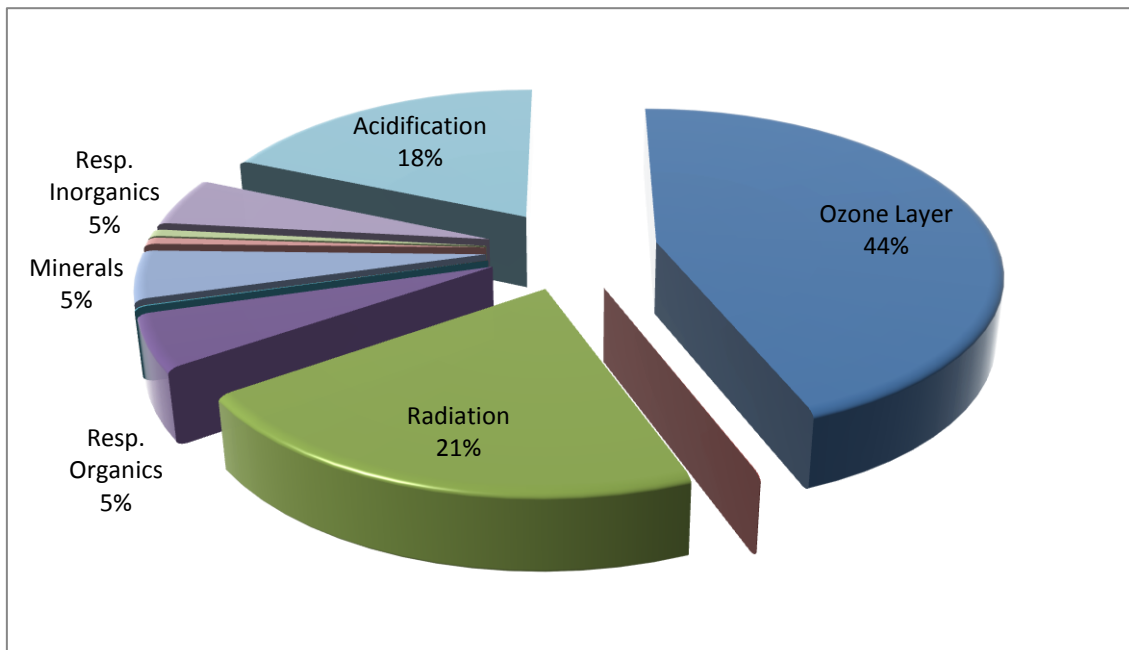
ENVIRONMENTAL IMPACT	4434,33000	mPt
KG eq CO2	21,73000	Kg

### 2.4.3.- Opción C:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,86556	Pt
Land Use	0,00104	Pt
Radiation	0,89707	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Resp. Organics	0,21671	Pt
Climate change	0,00411	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,20083	Pt
Carcinogens	0,02755	Pt
Fossil fuels	0,02851	Pt
Resp. Inorganics	0,20334	Pt
Acidification	0,78053	Pt



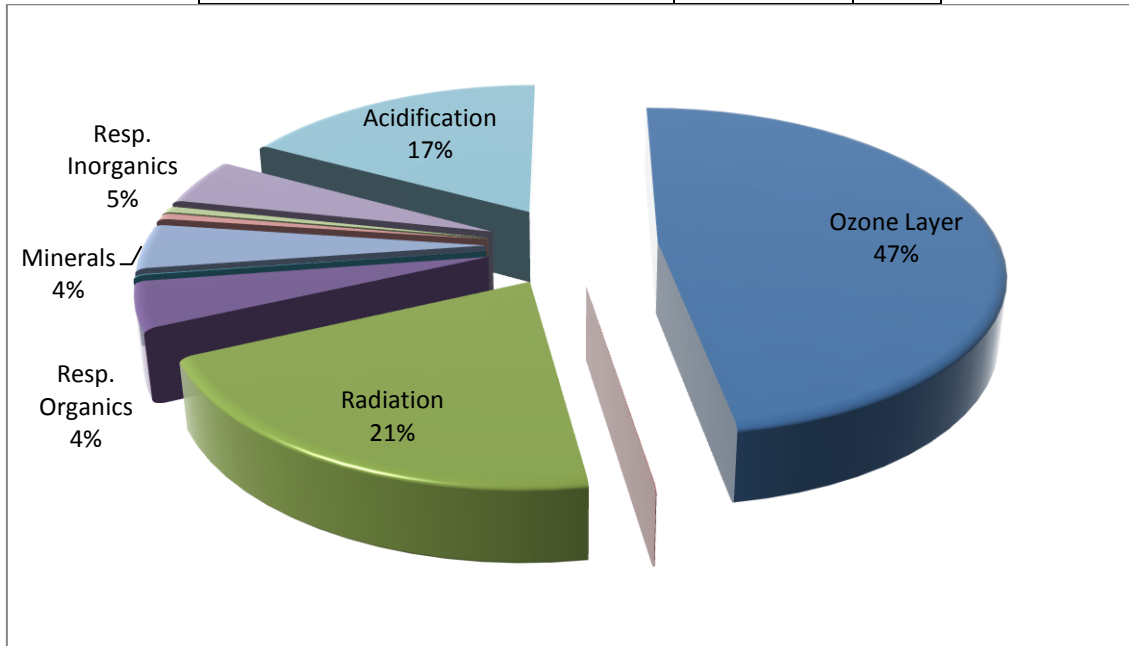
ENVIRONMENTAL IMPACT	4223,02	mPt
KG eq CO2	20,01	Kg

### 2.4.4.- Opción D:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,12643	Pt
Land Use	0,00104	Pt
Radiation	0,92606	Pt
Resp. Organics	0,20088	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Climate change	0,00372	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,19849	Pt
Carcinogens	0,02694	Pt
Fossil fuels	0,02663	Pt
Resp. Inorganics	0,20782	Pt
Acidification	0,76255	Pt



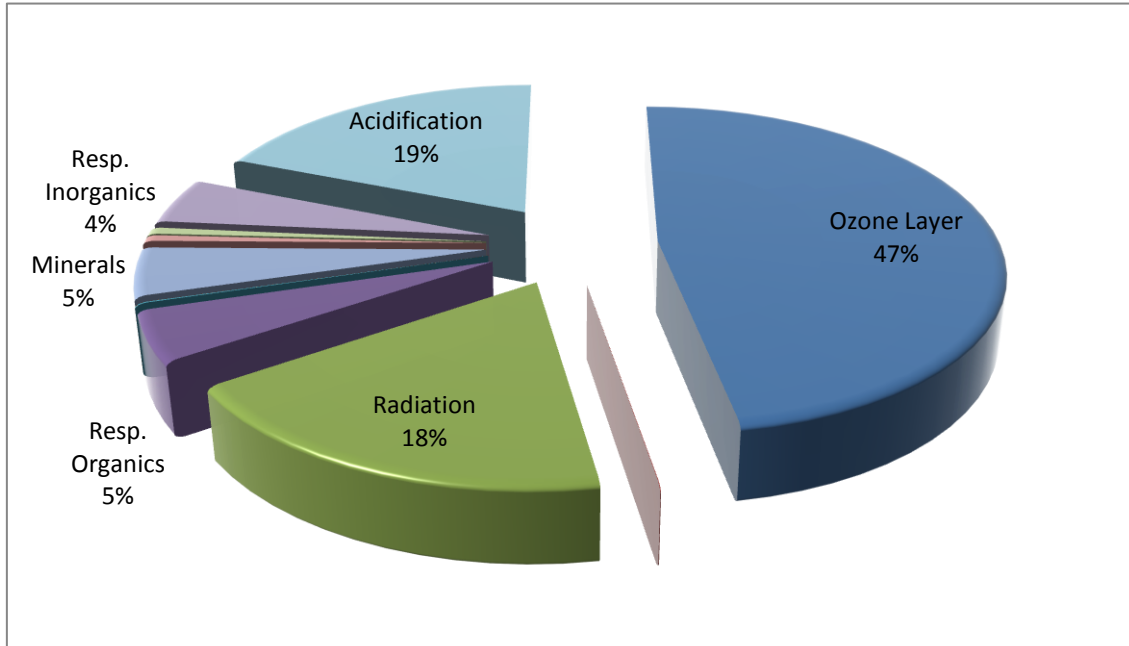
ENVIRONMENTAL IMPACT	4310,74	mPt
KG eq CO2	21,78	Kg

### 2.4.5- Opción E:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,12643	Pt
Land Use	0,00110	Pt
Radiation	0,81975	Pt
Resp. Organics	0,21671	Pt
Climate change	0,00372	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Minerals	0,21253	Pt
Carcinogens	0,02632	Pt
Fossil fuels	0,02882	Pt
Resp. Inorganics	0,20558	Pt
Acidification	0,85245	Pt



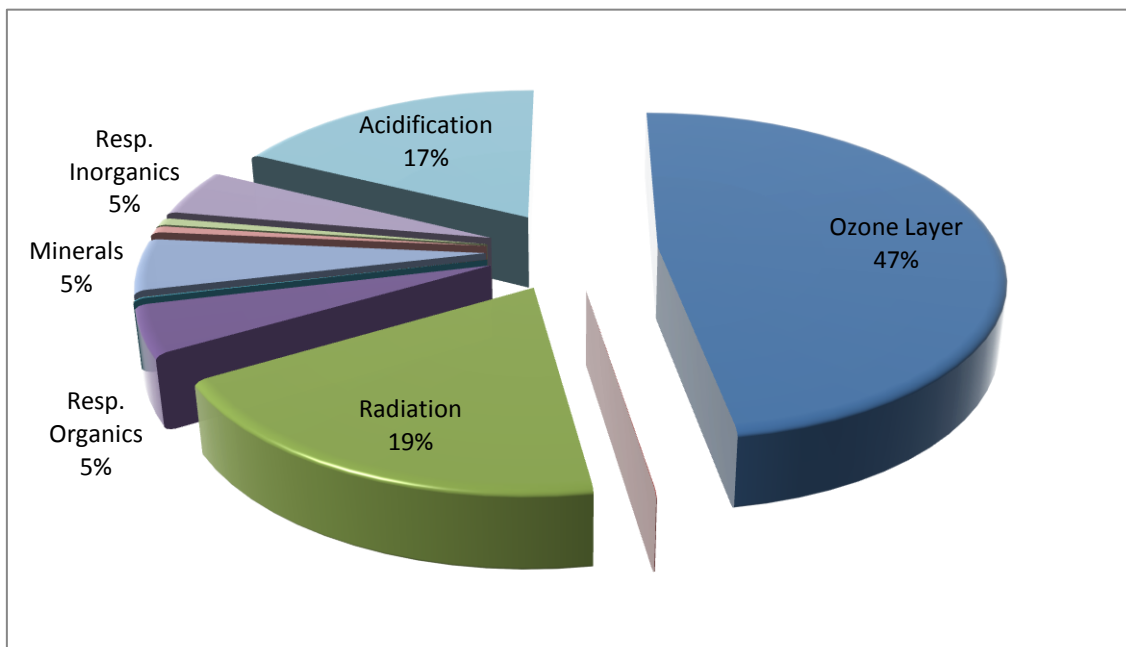
ENVIRONMENTAL IMPACT	4408,22	mPt
KG eq CO2	21,43	Kg

### 2.4.6.- Opción F:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,10469	Pt
Land Use	0,00107	Pt
Radiation	0,84874	Pt
Resp. Organics	0,20540	Pt
Climate change	0,00385	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,22658	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Carcinogens	0,02847	Pt
Fossil fuels	0,03071	Pt
Resp. Inorganics	0,20558	Pt
Acidification	0,78053	Pt



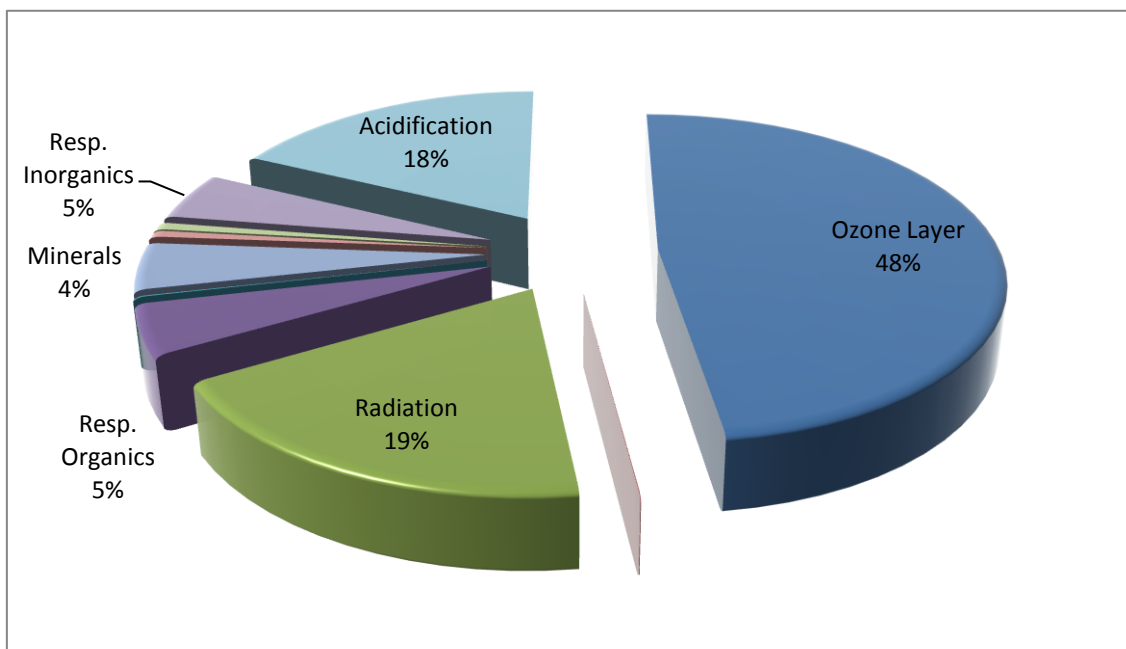
ENVIRONMENTAL IMPACT	4196,92	mPt
KG eq CO2	19,71	Kg

### 2.4.7.- Opción G:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,10469	Pt
Land Use	0,00115	Pt
Radiation	0,81975	Pt
Resp. Organics	0,21219	Pt
Climate change	0,00398	Pt
Ecotoxicity	0,00008	Pt
Minerals	0,20317	Pt
Carcinogens	0,02755	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Fosil fuels	0,03039	Pt
Resp. Inorganics	0,20782	Pt
Acidification	0,78053	Pt



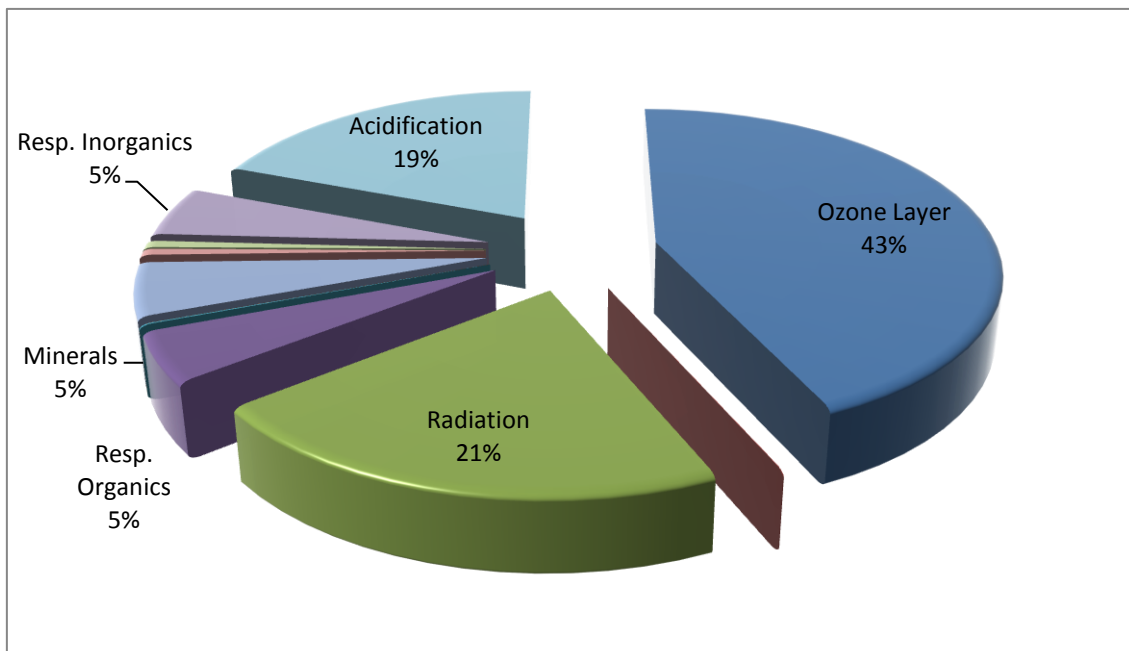
ENVIRONMENTAL IMPACT	4915,36	mPt
KG eq CO2	25,11	Kg

### 2.4.8.- Opción H:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,84382	Pt
Land Use	0,00119	Pt
Radiation	0,89707	Pt
Resp. Organics	0,20314	Pt
Climate change	0,00389	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,22190	Pt
Carcinogens	0,02632	Pt
Fosil fuels	0,02820	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Resp. Inorganics	0,21006	Pt
Acidification	0,81649	Pt

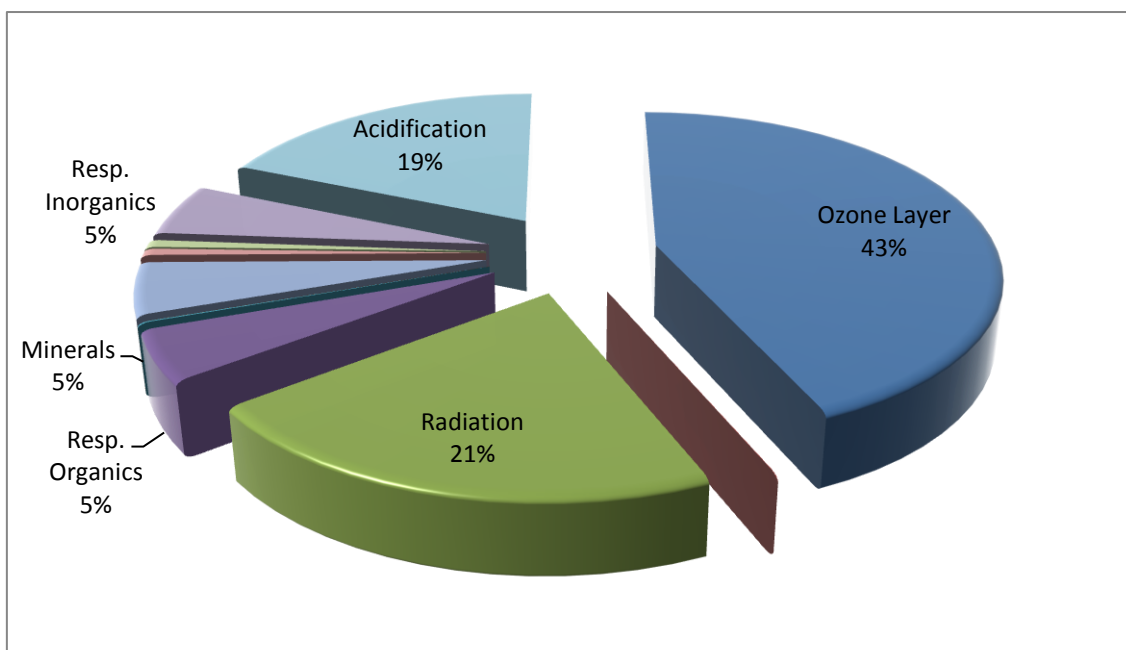


ENVIRONMENTAL IMPACT	5012,84	mPt
KG eq CO2	24,76	Kg

### 2.4.9.- Opción I:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,84382	Pt
Land Use	0,00104	Pt
Radiation	0,89707	Pt
Resp. Organics	0,20540	Pt
Climate change	0,00385	Pt
Ecotoxicity	0,00008	Pt
Minerals	0,21487	Pt
Carcinogens	0,02755	Pt
Fossil fuels	0,03039	Pt
Resp. Inorganics	0,21901	Pt

Acidification	0,78952	Pt
---------------	---------	----



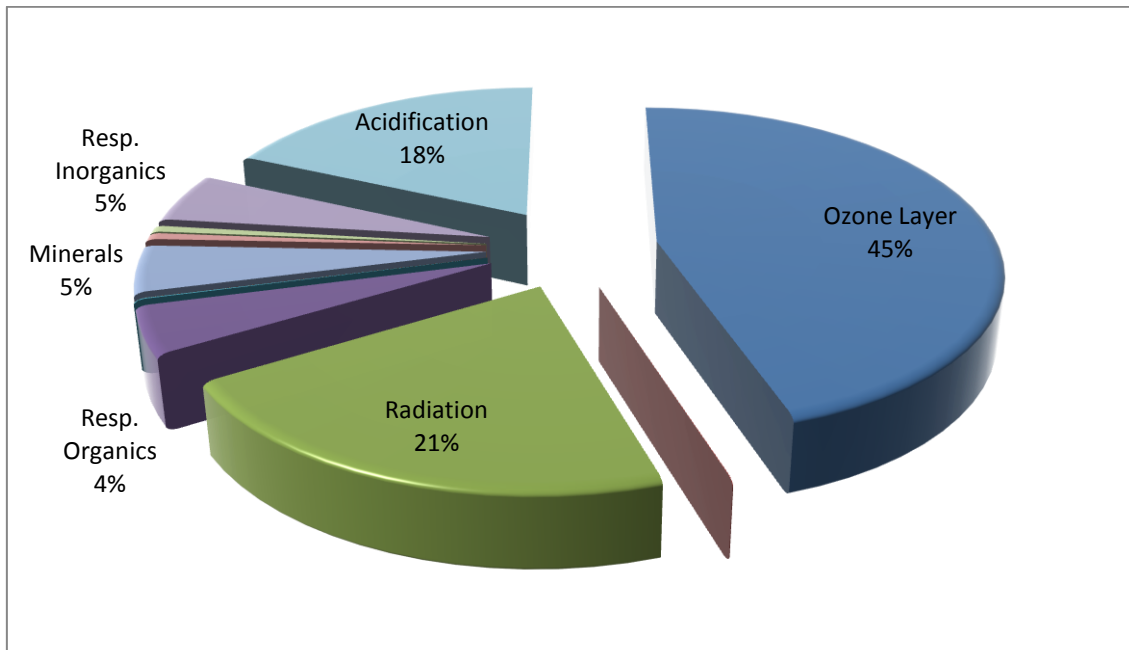
ENVIRONMENTAL IMPACT	4801,54	mPt
KG eq CO2	23,04	Kg

#### 2.4.10.- Opción J:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,97426	Pt
Land Use	0,00113	Pt
Radiation	0,93573	Pt
Resp. Organics	0,19862	Pt
Climate change	0,00368	Pt
Ecotoxicity	0,00008	Pt
Minerals	0,20083	Pt
Carcinogens	0,02724	Pt
Fossil fuels	0,02694	Pt
Resp. Inorganics	0,21453	Pt
Acidification	0,79851	Pt



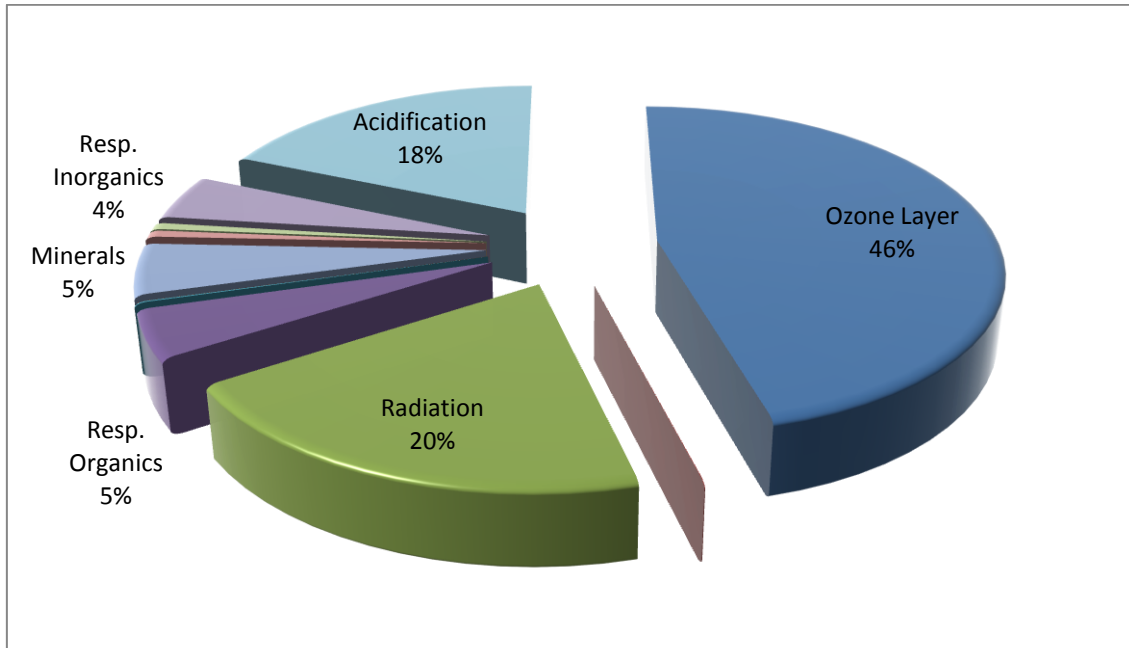
## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



ENVIRONMENTAL IMPACT	4889,26	mPt
KG eq CO2	24,81	Kg

### 2.4.11.- Opción K:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,95252	Pt
Land Use	0,00107	Pt
Radiation	0,84874	Pt
Resp. Organics	0,19636	Pt
Climate change	0,00398	Pt
Ecotoxicity	0,00008	Pt
Minerals	0,21253	Pt
Carcinogens	0,02724	Pt
Fosil fuels	0,02694	Pt
Resp. Inorganics	0,18991	Pt
Acidification	0,78952	Pt

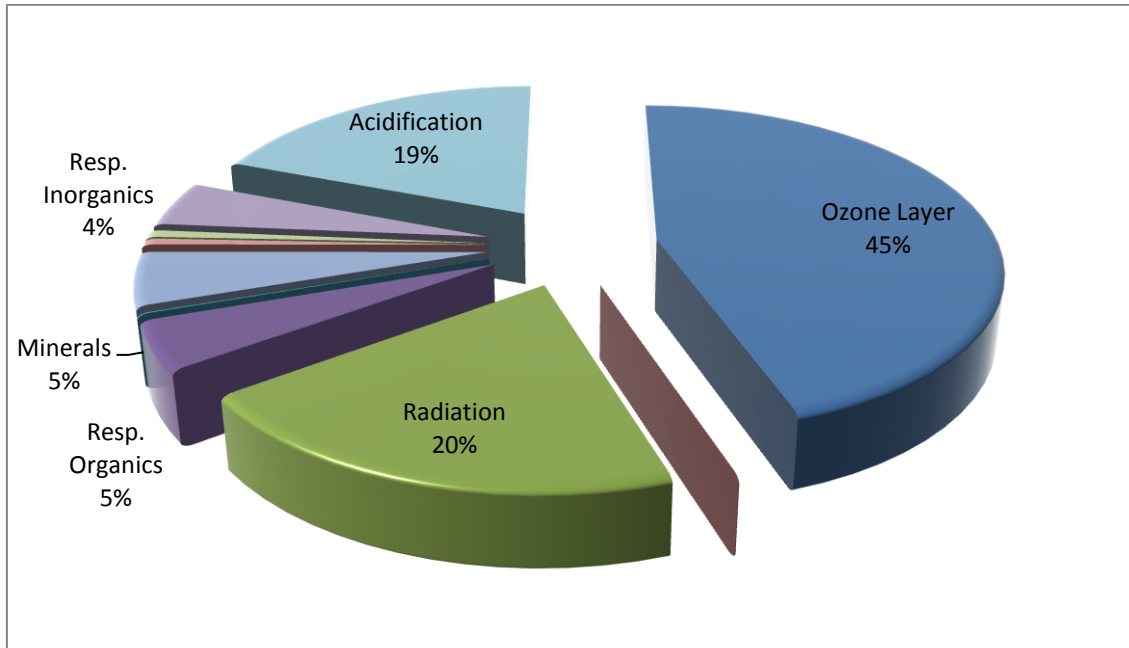


ENVIRONMENTAL IMPACT	4986,74	mPt
KG eq CO2	24,46	Kg

#### 2.4.12.- Opción L:

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,90904	Pt
Land Use	0,00117	Pt
Radiation	0,85841	Pt
Resp. Organics	0,19862	Pt
Climate change	0,00377	Pt
Ecotoxicity	0,00007	Pt
Minerals	0,22190	Pt
Carcinogens	0,02602	Pt
Fosil fuels	0,02977	Pt
Resp. Inorganics	0,18991	Pt
Acidification	0,81649	Pt

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVION



ENVIRONMENTAL IMPACT	4775,43	mPt
KG eq CO2	22,74	Kg

### 2.4.13.- Resumen

Haciendo un resumen de todas las opciones que tiene el modelo:

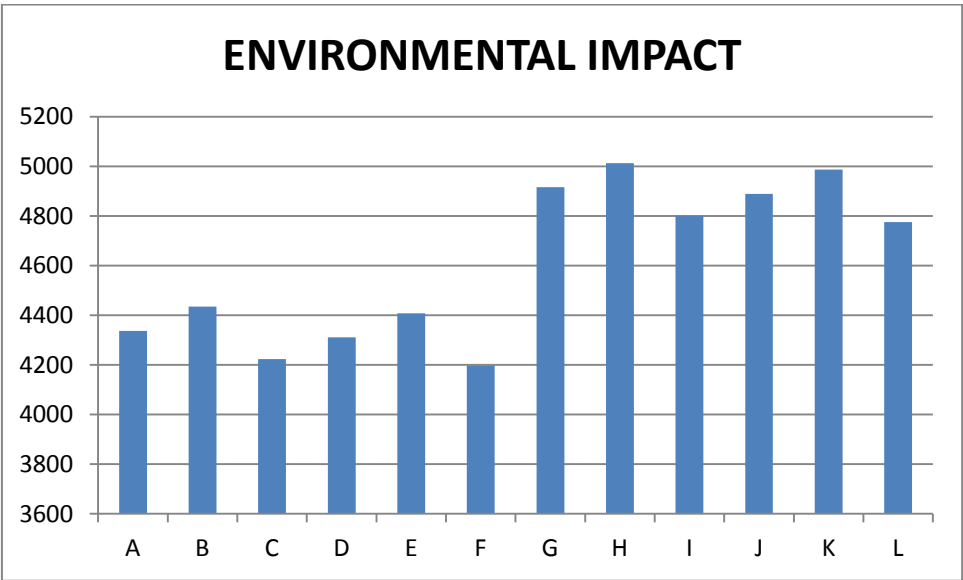
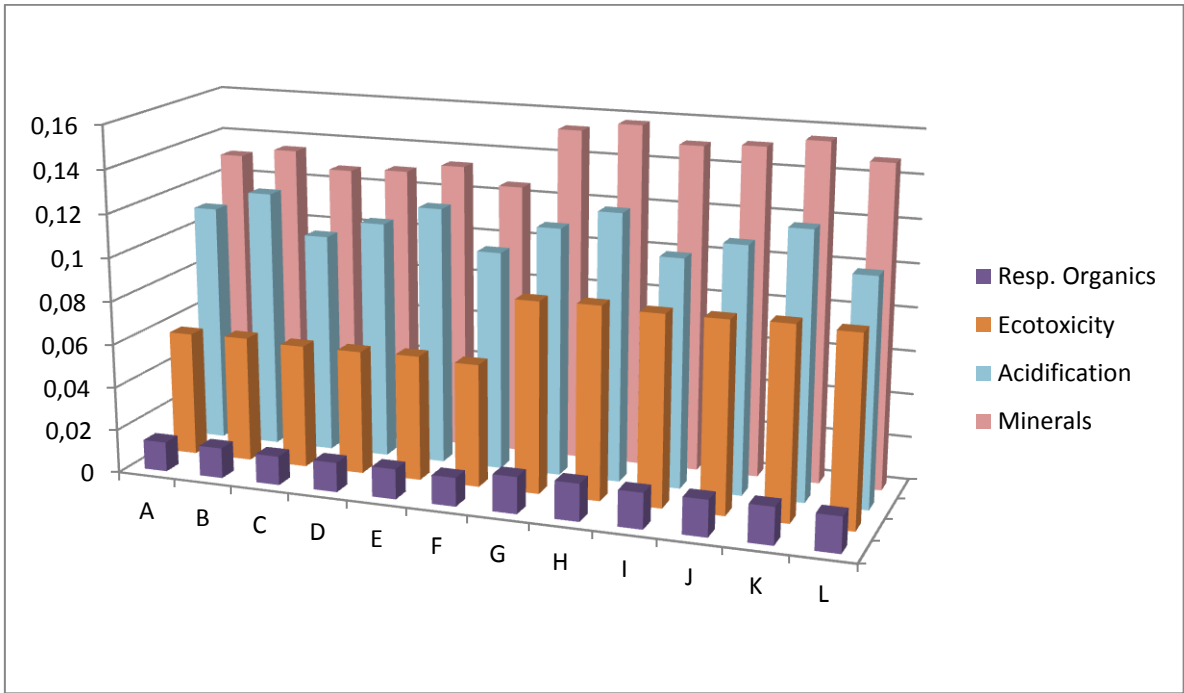
ENVIRONMENTAL CATEGORIE	A	B	C	D	E	F	UNIT
Carcinogens	1,93078	1,95252	1,86556	2,12643	2,12643	2,10469	Pt
Resp. organics	0,00108	0,00119	0,00104	0,00104	0,0011	0,00107	Pt
Resp. inorganics	0,89707	0,86807	0,89707	0,92606	0,81975	0,84874	Pt
Climate change	0,19636	0,20993	0,21671	0,20088	0,21671	0,2054	Pt
Radiation	0,00394	0,00381	0,00411	0,00372	0,00372	0,00385	Pt
Ozone layer	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007	0,00007	Pt
Ecotoxicity	0,22424	0,19849	0,20083	0,19849	0,21253	0,22658	Pt
Acidification	0,02786	0,02724	0,02755	0,02694	0,02632	0,02847	Pt
Land use	0,02945	0,02694	0,02851	0,02663	0,02882	0,03071	Pt
Minerals	0,2011	0,21901	0,20334	0,20782	0,20558	0,20558	Pt

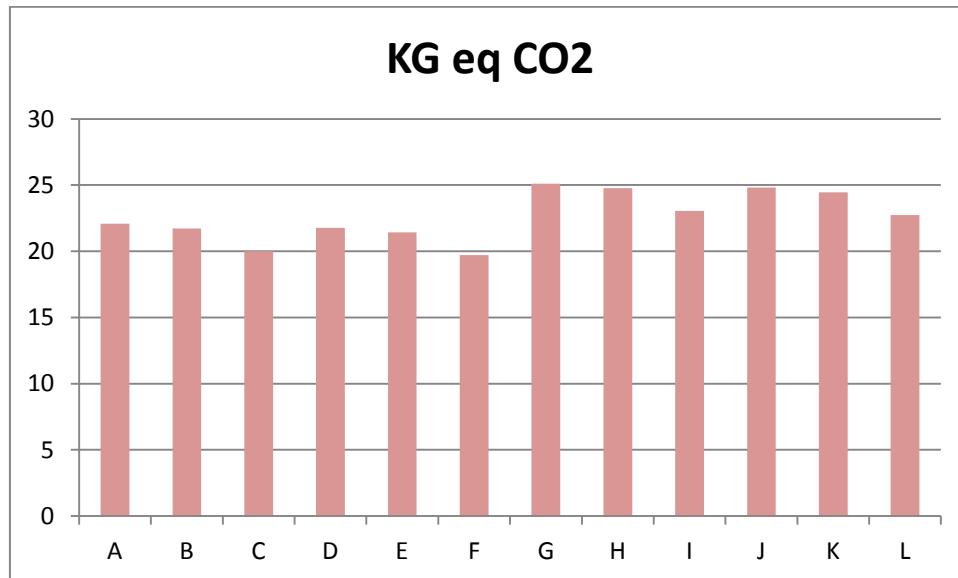
## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Fossil fuels	0,85245	0,86144	0,78053	0,76255	0,85245	0,78053	Pt
TOTAL	4336,84	4434,33	4223,02	4310,74	4408,22	4196,92	mPt
KG eq CO2	22,08	21,73	20,01	21,78	21,43	19,71	Kg

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	G	H	I	J	K	L	UNIT
Carcinogens	2,10469	1,84382	1,84382	1,97426	1,95252	1,90904	Pt
Resp. organics	0,00115	0,00119	0,00104	0,00113	0,00107	0,00117	Pt
Resp. inorganics	0,81975	0,89707	0,89707	0,93573	0,84874	0,85841	Pt
Climate change	0,21219	0,20314	0,2054	0,19862	0,19636	0,19862	Pt
Radiation	0,00398	0,00389	0,00385	0,00368	0,00398	0,00377	Pt
Ozone layer	0,00008	0,00007	0,00008	0,00008	0,00008	0,00007	Pt
Ecotoxicity	0,20317	0,2219	0,21487	0,20083	0,21253	0,2219	Pt
Acidification	0,02755	0,02632	0,02755	0,02724	0,02724	0,02602	Pt
Land use	0,03039	0,0282	0,03039	0,02694	0,02694	0,02977	Pt
Minerals	0,20782	0,21006	0,21901	0,21453	0,18991	0,18991	Pt
Fossil fuels	0,78053	0,81649	0,78952	0,79851	0,78952	0,81649	Pt
TOTAL	4915,36	5012,84	4801,54	4889,26	4986,74	4775,43	mPt
KG eq CO2	25,11	24,76	23,04	24,81	24,46	22,74	Kg

ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVION





### 2.5.- Calculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool. Es por ello que solo se va a calcular un caso de los 12, el genérico del modelo, la opción "A", que es la opción más representativa de este modelo de luminaria.

Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Total	Pt	4,4064887
Carcinogens	Pt	1,9993615
Resp. organics	Pt	0,00111903
Resp. inorganics	Pt	0,88889977
Climate change	Pt	0,20801689
Radiation	Pt	0,00389958
Ozone layer	Pt	7,61E-05
Ecotoxicity	Pt	0,21523733
Acidification	Pt	0,02821084
Land use	Pt	0,02887193

Minerals	Pt	0,20592533
Fossil fuels	Pt	0,82687039

A la vista de los resultados se puede afirmar que la herramienta EcoTool nos proporciona datos verosímiles y que podemos fiarnos del software.

## 2.6.- Evaluación de la calidad de los datos

Como se ha explicado anteriormente, en la evaluación de impacto medioambiental de cualquier producto, se trabaja con bases de datos. En nuestro caso trabajamos con la base de datos Ecoinvent v2.2, reconocida internacionalmente y de ámbito europeo.

Como en todas las bases de datos, esos datos tienen una fuente más o menos fiable, por lo que la calidad del dato que esa base nos reporta puede ser mayor o menor.

Ecoinvent v2.2, al tener el reconocimiento que tiene, está dotada con una calidad de datos bastante alta, aunque todos proceden de datos promediados de empresas a nivel europeo, por lo que valoraremos los datos obtenidos de ella con una calificación de 7 en una puntuación del 1 al 10.

Pero este trabajo no solo se nutre de datos de Ecoinvent v2.2, sino que los pesos de cada uno de los componentes, la caracterización de los materiales, los procesos, etc., también son una importantísima fuente de datos que debemos valorar y tener en cuenta.

Así pues, todos los elementos en los que han influido mi percepción del proceso, material, descomposición en más elementos, procedencia, etc., han sido valorados al detalle con una puntuación de 6 o mayor, en una baremo del 1 al 10, en función de las aproximaciones realizadas.

Como resultado de todo ello, en la siguiente tabla se puede ver el impacto y el CO2 causado por los materiales y por los procesos en cada uno de los elementos del

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

conjunto. Además se puede ver la nota de calidad que tiene cada uno de estos valores.

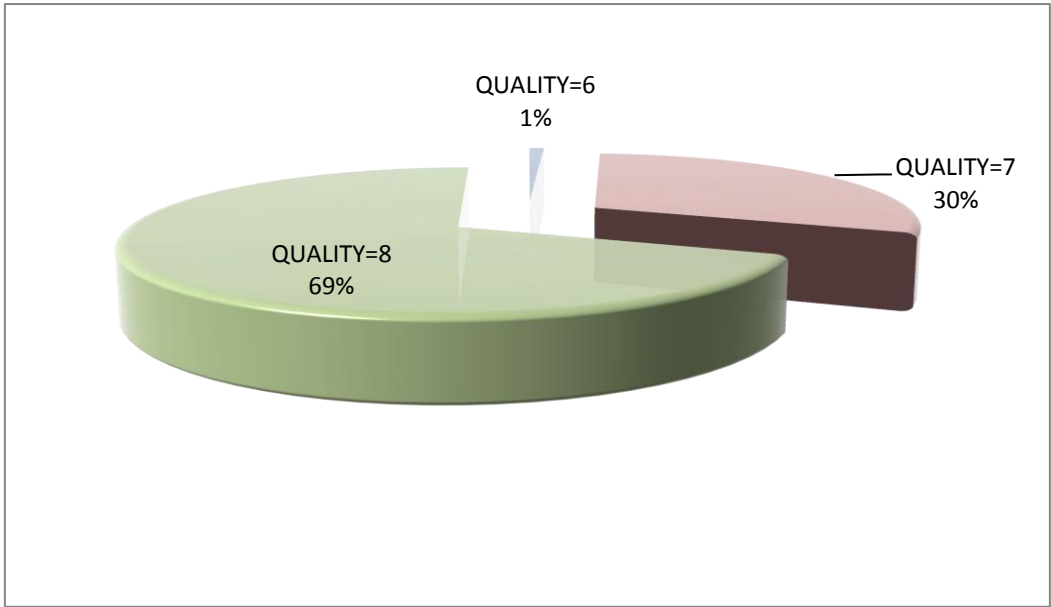
NAME	IMPACT BY	IMPACT	CO2	QUALITY OF DATUM
ETIQUETAINTERIORTX	Material	0,05839	0,00036	7
ETIQUETAEXTERIORTX	Material	1,1678	0,00721	7
CARTON	Material	36,62022	0,42278	7
CINTA	Material	0,64098	0,00782	7
INSTRUCCIONESMONTAJEOLEVEON	Material	2,3356	0,01442	7
MUELLEFIJACION	Material	4,6768	0,03623	7
ARQUILLOSSUSPENSION	Material	1,0496	0,00541	7
BOLSAACC	Material	0,57789	0,00712	7
PRECINTOROJO	Material	0,25639	0,00313	7
TAPONESTANCO	Material	0,96751	0,00891	7
CLIPOLEVEONPLAS	Material	30,85172	0,31177	6
CLIPOLEVEONMET	Material	10,04541	0,07781	7
DIFUSOROLEVEON_PMMA	Material	584,957	4,03269	7
SOPORTEBANDEJA	Material	15,47589	0,14373	7
DIFUSOROLEVEON_PC	Material	487,47355	4,37996	7
DIFUSOROLEVEON_SAN	Material	373,65184	2,31248	7
CARCASAOLEVEON	Material	534,56068	4,27528	7
JUNTA_PU	Material	27,9339	0,17441	7
BANDEJAMETALICA	Material	234,52394	2,21656	7
ETIQUETA	Material	0,5839	0,00361	7
PORTAFLUORESCENTE	Material	42,08092	0,12876	8
FICHADECONEXION	Material	53,91691	0,03104	8
CABLEADO	Material	131,63466	0,07804	8
CEBADOR	Material	61,61927	0,3354	8
PORTACEBADOR	Material	12,86708	0,02998	8
FLUORESCENTE_T8	Material	487,13248	3,51455	8
REACTANCIA	Material	1985,6387	3,82921	8
ELECTRONICA	Material	2813,8915	8,48471	8
FLUORESCENTE_T5	Material	311,8836	2,25017	8
TAPONESTANCO	Proceso	0,66198	0,00797	7
CLIPOLEVEONPLAS	Proceso	5,29584	0,06373	7
DIFUSOROLEVEON_PMMA	Proceso	62,11582	0,74746	7
SOPORTEBANDEJA	Proceso	2,2066	0,02655	7
DIFUSOROLEVEON_PC	Proceso	62,11582	0,74746	7
DIFUSOROLEVEON_SAN	Proceso	62,11582	0,74746	7
CARCASAOLEVEON	Proceso	56,7054	0,67137	7
JUNTA_PU	Proceso	9,46321	0,11405	8



ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

BANDEJAMETALICA	Proceso	45,74787	0,49971	6
-----------------	---------	----------	---------	---

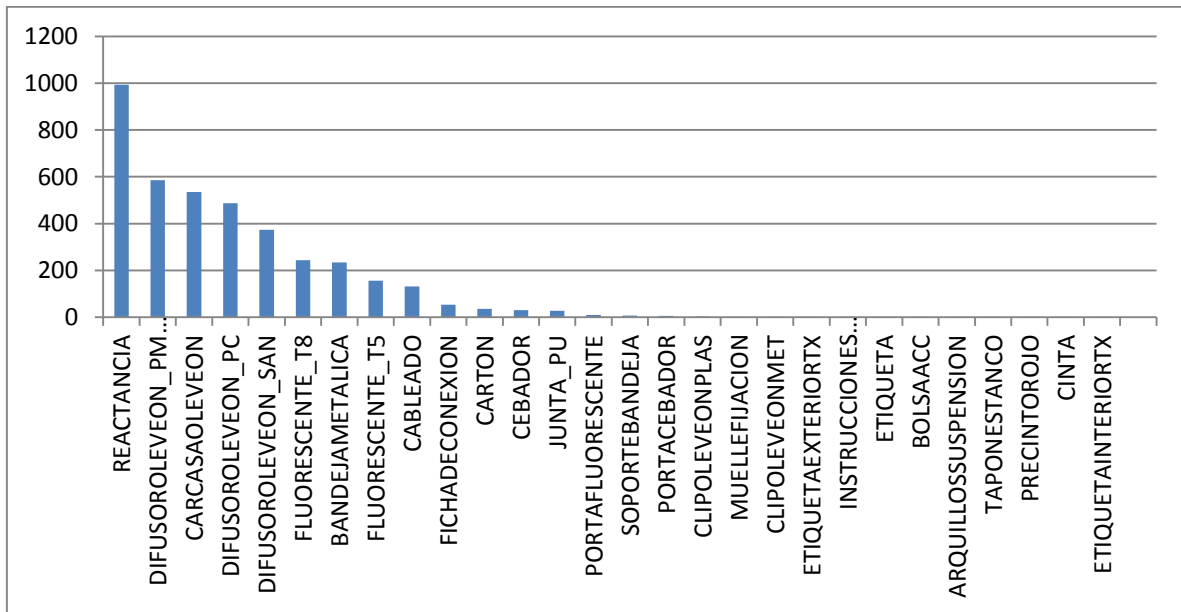
Se puede apreciar la alta fiabilidad del estudio, ya que el 99% del impacto analizado tiene su base en la base de datos Ecoinvent v2.2, cuyo reconocimiento no hace falta demostrar, o en datos mejorados sobre Ecoinvent v2.2



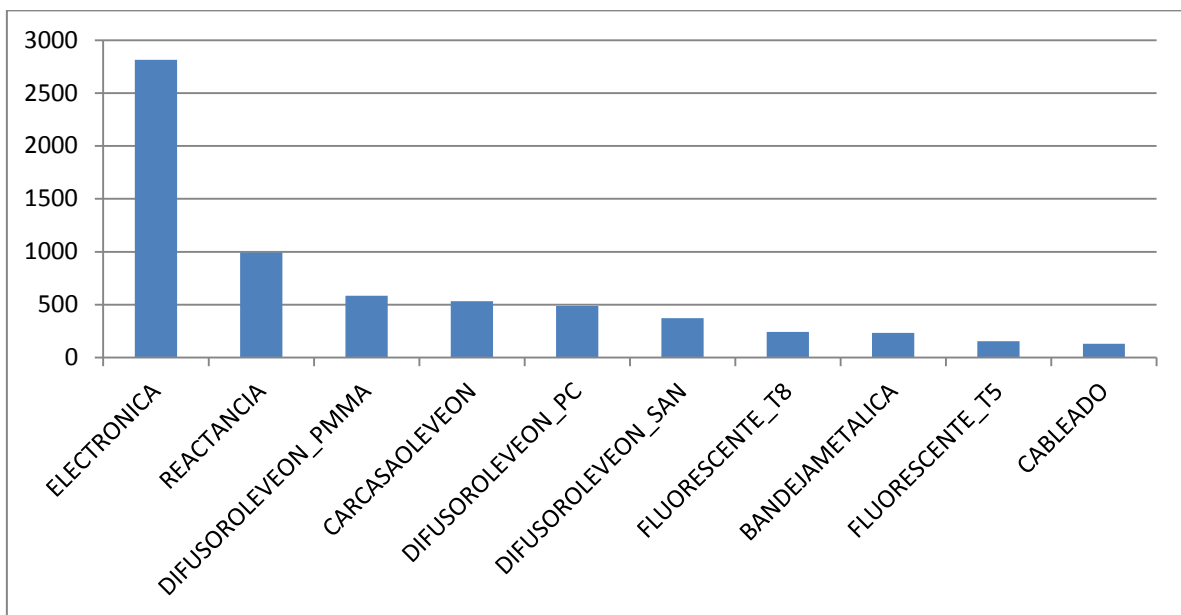
2.7.- Conclusiones

En los resultados se puede observar que los elementos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, la electrónica, la reactancia, el difusor, la carcasa y la bandeja metálica. A continuación se muestra la tabla donde se registran los impactos por componente de la luminaria.

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON



En la siguiente gráfica se representan solo los componentes que más impactan:



Se puede ver cómo la electrónica es el componente más contaminante debido a la gran cantidad de elementos tóxicos de los que pueden estar hechos (algunos de los componentes están hechos de cromo, cadmio, mercurio, berilio, níquel, zinc, etc.). En la versión de electrificado electrónico, el impacto de este elemento es muy significativo ya que representa más del 60% de impacto del conjunto total.

## ANEXO II: CALCULOS LUMINARIA OLEVEON

Las reactancias también presentan un impacto muy alto. Estas presentan un alto contenido en cobre y en otros materiales muy impactantes entre los que cabe destacar el acero al silicio (sobre el que se bobina el cobre).

A pesar de que todos los componentes mencionados anteriormente son los que más impactan medioambientalmente, también es importante decir, que muchos de ellos son inevitables en la luminaria para cumplir su función de cara al diseño mecánico.

Así pues, el diseñador mecánico solo podrá influir en elementos mecánicos (valga la redundancia) y no se plantea en este trabajo analizar cómo podría disminuir el impacto medioambiental del conjunto influyendo sobre los elementos eléctricos y/o electrónicos.

## ANEXO III: CÁLCULOS LUMINARIA ALHAMA



<b>3.- LUMINARIA ALHAMA.....</b>	<b>179</b>
3.1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	179
3.2.- INVENTARIO (ÁRBOL, PESOS, Nº DE UNIDADES, MATERIALES Y PROCESOS) .....	180
3.3.- ANÁLISIS FUNCIONAL .....	186
3.4.- CÁLCULO CON EcoTOOL.....	201
3.5.- CALCULO CON SIMAPRO .....	216
3.6.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DATOS .....	217
3.7.- CONCLUSIONES .....	220



### 3.- LUMINARIA ALHAMA

#### 3.1.- Descripción del producto

La luminaria Alhama es una luminaria estanca de fluorescentes diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un exterior liso y con prismas longitudinales interiores y superficies frontales ligeramente rugosas para favorecer el reparto de la luz emitida por los fluorescentes.

La carcasa está fabricada en poliéster, difícilmente inflamable, reforzada con fibras de vidrio y de color gris claro. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. Puede colocarse la conexión a red por su frontal o a través del techo.





### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Este tipo de luminaria ofrece una gran cantidad de posibilidades de configuración. Como se puede ver en el listado de piezas posibles, hay piezas que pueden ser de un material u otro. A continuación se exponen las opciones:

- Clip de apriete del difusor con la carcasa: Este elemento es fabricado en metal y en poliamida.
- El difusor puede ser fabricado con Policarbonato (PC), metacrilato (PMMA) y SAN.
- El sistema eléctrico puede ser con reactancias o electrónico. En el caso de que sea con reactancias, el producto dispondrá de un cebador, un portacebador y una reactancia.

Las opciones son:

Opción	Clip	Difusor	Sistema eléctrico
A	Poliamida	PC	Reactancia
B	Poliamida	PMMA	Reactancia
C	Poliamida	SAN	Reactancia
D	Metal	PC	Reactancia
E	Metal	PMMA	Reactancia
F	Metal	SAN	Reactancia
G	Poliamida	PC	Electrónico
H	Poliamida	PMMA	Electrónico
I	Poliamida	SAN	Electrónico
J	Metal	PC	Electrónico
K	Metal	PMMA	Electrónico
L	Metal	SAN	Electrónico

### 3.2.- Inventario (árbol, pesos, nº de unidades, materiales y procesos)

A continuación se muestra el árbol de inventario de la luminaria Alhama . Los nombres en color "negro" son conjuntos o subconjuntos. Los nombres en color

# ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

“azul” son conjuntos o subconjuntos. Los nombres en color “gris” son subconjuntos o piezas que son opcionales, y podrían ir en lugar de otras en azul.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5	Nivel 6
Alhama 228	Embalaje				
	Etiquetainteriortx				
	Etiquetaexteriortx				
	Carton				
	Cinta				
	Instruccionesmontajealhama				
	Bolsaaccalhama				
	Muellefijacion				
	Arquillo suspension				
	Bolsaacc				
	Precintorojo				
	Taponestanco				
	Clipalhama plas				
	Clipalhama met				
	Pantallacompleta				
	Carcasaestanca				
	Carcasacompleta				
	Carcasaalhama				
	Junta_pu				
	Difusoralhama _pmma				
	Soportebandeja				
	Difusoralhama _pc				
	Difusoralhama _san				
	Juntatorica				
	Bandejaelectrificada				
	Sistemadelectrico				
	Op1reactancia				
	Cebador				
	Portacebador				
	Fluorescente_t8				
	Reactancia				
	Op2electronica				
Electronica					
Fluorescente_t5					
Portafluorescente					
Fichadeconexion					
Cableado					

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

			Bandejametalica
			Etiqueta

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Alhama con su número de unidades y el peso de cada una de ellas:

Conjunto/subconjunto	Nº unidades	Peso (gramos) - OPCIONES					
		A	B	C	D	E	F
ALHAMA 228	1	3834,08	3834,08	3834,08	3847,68	3847,68	3847,68
Embalaje	1	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6
Bolsaaccalhama	1	48,88	48,88	48,88	62,48	62,48	62,48
Pantallacompleta	1	3510,6	3510,6	3510,6	3510,6	3510,6	3510,6
Carcasaestanca	1	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6
Carcasacompleta	1	656,6	656,6	656,6	656,6	656,6	656,6
Bandejaelectrificada	1	2252	2252	2252	2252	2252	2252
Sistemaelectrico	1	1509	1509	1509	1509	1509	1509
Op1reactancia	1	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3	1448,3
Op2electronica	1	0	0	0	0	0	0

Conjunto/subconjunto	Nº unidades	Peso (gramos) - OPCIONES					
		G	H	I	J	K	L
ALHAMA 228	1	3124,26	3124,26	3124,26	3137,86	3137,86	3137,86
Embalaje	1	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6	274,6
Bolsaaccalhama	1	48,88	48,88	48,88	62,48	62,48	62,48
Pantallacompleta	1	2800,78	2800,78	2800,78	2800,78	2800,78	2800,78
Carcasaestanca	1	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6	1258,6
Carcasacompleta	1	656,6	656,6	656,6	656,6	656,6	656,6
Bandejaelectrificada	1	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7	1218,7
Sistemaelectrico	1	475,7	475,7	475,7	475,7	475,7	475,7
Op1reactancia	1	0	0	0	0	0	0
Op2electronica	1	415	415	415	415	415	415

Pieza	Nº unidades	Peso (gramos)
Etiquetainteriortx	1	0,1
Etiquetaexteriortx	1	2
Carton	1	266
Cinta	5	2,5

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Instruccionesmontajeoleveon	2	4
Muellefijacion	2	19,74
Arquillolossuspension	2	3,966
Bolsaacc	1	2,41
Precintorojo	1	1
Taponestanco	2	4,164
Clipalhamaplas	8	17,6
Clipalhamamet	8	31,2
Difusoroleveon_pmma	1	553
Clipbandeja	2	21,8
Difusoroleveon_pc	1	563
Difusoroleveon_san	1	502
Soporteclip	2	16,6
Juntatorica	2	0,6
Junta_pu	1	35,6
Carcasaalhama	1	621
Bandejametalica	1	742
Etiqueta	1	1
Portafluorescente	4	16,4
Fichadeconexion	1	6,3
Cableado	1	38
Cebador	2	14,3
Portacebador	2	4
Fluorescente_t8	2	328
Reactancia	2	1102

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Alhama con sus materiales:

ELEMENTO	MATERIAL	PESO (g)	IMPACTO	CO2	END OF LIFE	TOTAL
P2 Printed paper	Etiqueta Interiortx	0,1	0,0576	0,0004	0,0008	0,0584
P2 Printed paper	Etiqueta Exteriortx	2	1,152	0,0072	0,0158	1,1678
P2 Packaging, CB mixed fibre, single wall	Carton	266	34,5108	0,4228	2,1094	36,6189
P1 Packaging film, LDPE	Cinta	2,5	0,8896	0,0078	-0,2486	0,6409
P2 Printed paper	Instrucciones Montajeoleveon	4	2,3041	0,0144	0,0315	2,3355

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

P0 Stainless steel (chapa)	Muellefijacion	19,74	27,818	0,0362	-23,1412	4,6769
P0 stainless steel (alambre)	Arquillos Suspension	3,966	5,6989	0,0054	-4,6493	1,0497
P1 pp bag	Bolsaacc	2,41	0,8194	0,0071	-0,2416	0,5779
P1 Packaging film, LDPE	Precintorojo	1	0,3558	0,0031	-0,0994	0,2564
M1 pvc	Taponestanco	4,164	0,8943	0,0089	0,0732	1,6296
M1 pa 6, gf10	Clipalhamaplas	17,6	10,8504	0,1536	4,3509	20,4974
P0 Stainless steel (chapa)	Clip Alhamamet	31,2	43,9677	0,0573	-36,5758	7,3922
M1 pmma	Difusor Oleveon_Pmma	553	438,905	3,9611	135,662	636,6848
M1 pa 66	Clipbandeja	21,8	13,492	0,1754	5,3916	21,0901
M1 pc	Difusor Oleveon_pc	563	349,3584	4,38	138,1152	549,5914
M1 san	Difusor Oleveon_san	502	210,328	2,0619	122,8394	395,2834
M1 pa 66	Soporteclip	16,6	10,2737	0,1335	4,1055	15,7031
M1 Polybutadiene, synthetic rubber	Juntatorica	0,6	0,2726	0,0024	0,1468	0,4856
M1 PU, flexible foam	Junta_pu	35,6	18,4664	0,1744	9,4675	37,3972
M1 pc	Carcasaalhama	621	385,3491	4,8312	152,3437	609,4096
P0 Chapa pintada	Bandeja Metalica	742	280,4686	2,2166	-45,9446	280,2707
P2 Printed paper	Etiqueta	1	0,576	0,0036	0,0079	0,5839
E Porta Fluorescente with prefixed eol	Portafluorescente	16,4	42,0809	0,1288	0	42,0808
E Klemme 3pol with prefixed eol	Fichadeconexion	6,3	53,9169	0,031	0	53,9169
E 1 gram of PVC wire with prefixed eol	Cableado	38	131,6347	0,078	0	131,6347
E Starter with prefixed eol	Cebador	14,3	61,6193	0,3354	0	61,6192
E Porta cebador with prefixed eol	Portacebador	4	12,8671	0,03	0	12,867
E Fluorescent	Fluorescente_t8	328	487,1325	3,5146	0	487,1325

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

tube with prefixed eol						
E Magnetic ballast with prefixed eol	Reactancia	1102	1985,6387	3,8292	0	1985,6388

Como se ha explicado anteriormente, en la elaboración de la biblioteca para los proyectos de la empresa ZALUX se han definido “materiales” que ya llevan implícito los procesos que estos necesitan. Así pues, por ejemplo, el material “EDriver228 with prefixed eol” no es un material en sí, sino que es un material compuesto por su materia prima y sus procesos, con todos los datos de peso e impactos ya introducidos.

The screenshot shows the MATERIALS software interface. On the left, a list of materials is displayed, with 'E Driver 228 with prefixed eol' selected. The main area shows the configuration for this material. The 'ENVIRONMENTAL IMPACT (mPt/gr)' is set to 13,7262968. The 'Comments' field contains '205 grams per 228 Driver'. Below this, there are radio buttons for 'Material', 'Recycling', 'Reuse', 'Land filling', 'Incineration', and 'Carbon footprint'. At the bottom, there are ten tags (Tag 1 to Tag 10) with values: Tag 1: 8, Tag 2: 0, Tag 3: 0, Tag 4: 11, Tag 5: 0, Tag 6: 1, Tag 7: 0, Tag 8: 0, Tag 9: 0, Tag 10: 0. A 'TAGS' button is located to the right of the tags.

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Alhama con sus procesos:

PROCESO	Elemento	Dato	Unidad	CO2	IMPACTO
P Injection moulding	TAPONESTANCO	3	g	0,004	0,331
P Injection moulding	CLIPALHAMAPLAS	6	g	0,008	0,662
P Injection moulding	CLIPBANDEJA	13	g	0,0173	1,4343
P Injection moulding	DIFUSOROLEVEON_PC	563	g	0,7475	62,1158
P Injection moulding	SOPORTECLIP	6	g	0,008	0,662
P Injection moulding	JUNTATORICA	0,3	g	0,0004	0,0331
O Curado del foaming, 17 min a 45°C	JUNTA_PU	1	Unidad	0,1141	9,4632
P Injection moulding	CARCASAALHAMA	650	g	0,863	71,7145
M Laminación + Estampación Steel pieza grande	BANDEJAMETALICA	742	g	0,4997	45,7479

### 3.3.- Análisis funcional

#### EMBALAJE (Packaging):

##### EMBALAJE - Cartón:

1 Pieza recortada y troquelada de cartón de medidas envolventes: 50cm x 145cm x 3mm. Su función principal consiste en recoger en un solo cuerpo el producto con sus diferentes piezas para que su transporte sea más eficaz y cómodo.



##### EMBALAJE – Etiqueta exterior:

1 Pegatina con marcado CE y dos medios folios tamaño A4 como tarjeta de identificación. Sirven para identificar el producto y hacer una pequeña descripción de tamaño, uso y calidad del producto.



##### EMBALAJE - Cinta adhesiva:

5 Tiras de cinta adhesiva de medidas 15cm x 5cm. Su uso está destinado al cierre del cartón de este mismo apartado.

EMBALAJE - Manual de montaje y Etiqueta interior:

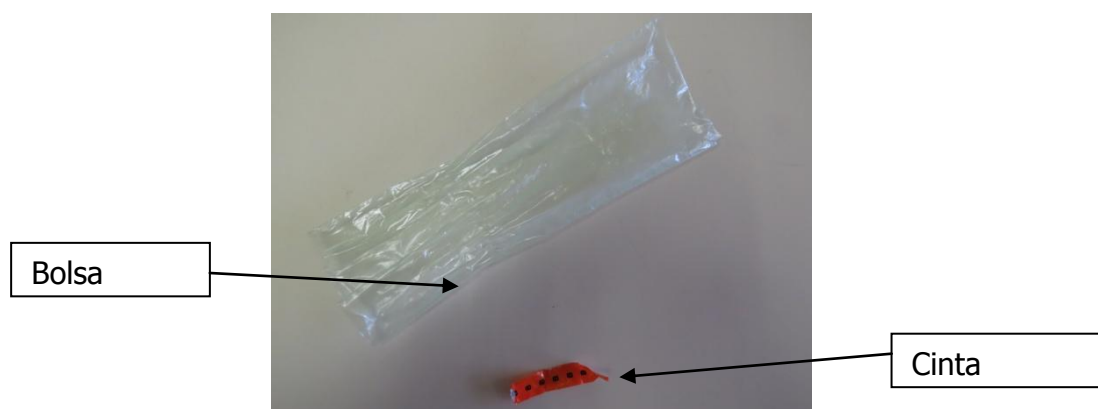
2 Piezas de papel impreso. En una de ellas describe el modo para proceder al montaje del producto y en el otro especifica unas advertencias de uso de luminarias con balastos electrónicos, así como recomendaciones de protección.



BOLSA DE PIECERÍO:

BOLSA DE PIECERÍO - Bolsa:

1 Bolsa de plástico de medidas envolventes 24cm x 18cm x 0,1mm. Sirve para contener todas las piezas sueltas del conjunto que tendrán un uso específico dentro de la luminaria.



BOLSA DE PIECERÍO - Cinta adhesiva:

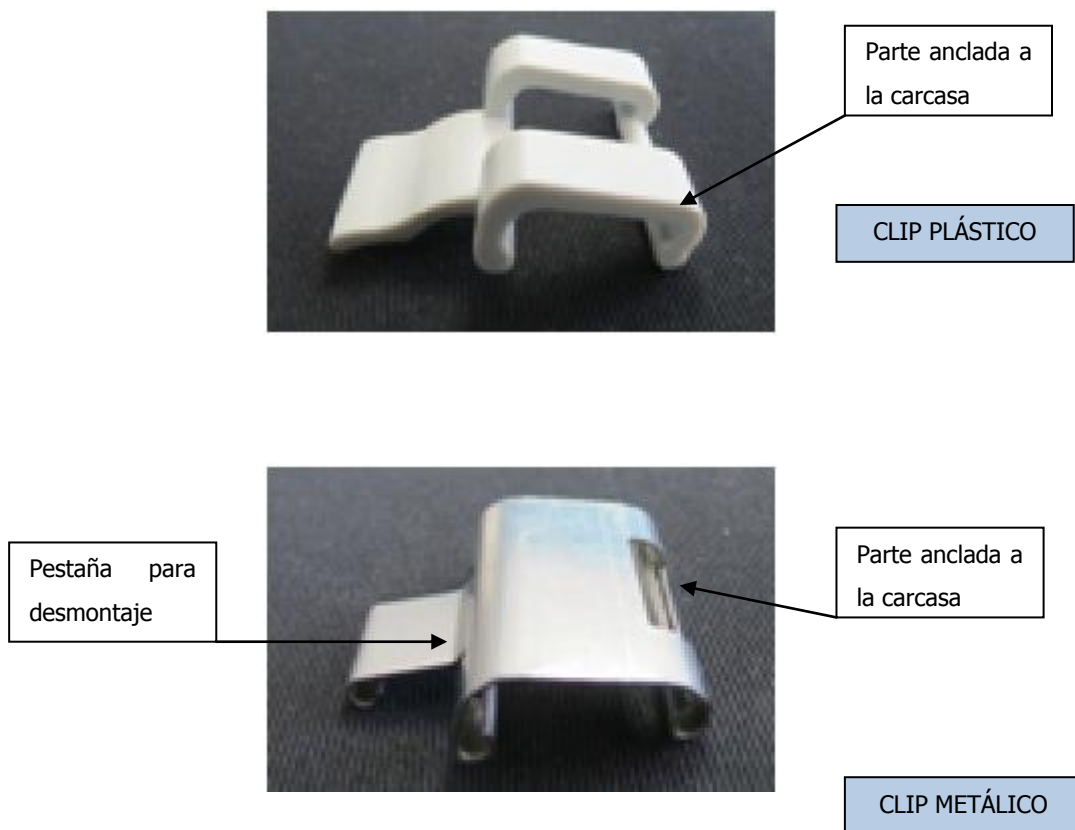


### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

1 Tira de cinta adhesiva de 6cm de largo por 1cm de ancho que sirve para asegurar el cierre de la bolsa y que no exista la posibilidad de perder las piezas contenidas en esta.

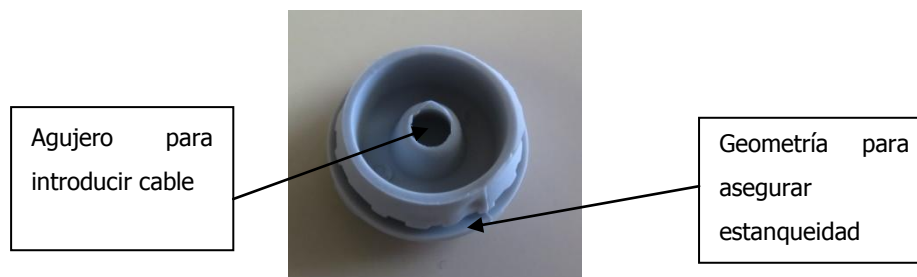
#### BOLSA DE PIECERÍO - Clip (Gatillo de cierre):

8 Unidades de pieza que sirven como clips de cierre de la luminaria. Su función principal es asegurar la unión entre la carcasa y el difusor para aislar del exterior el contenido interior de la luminaria.



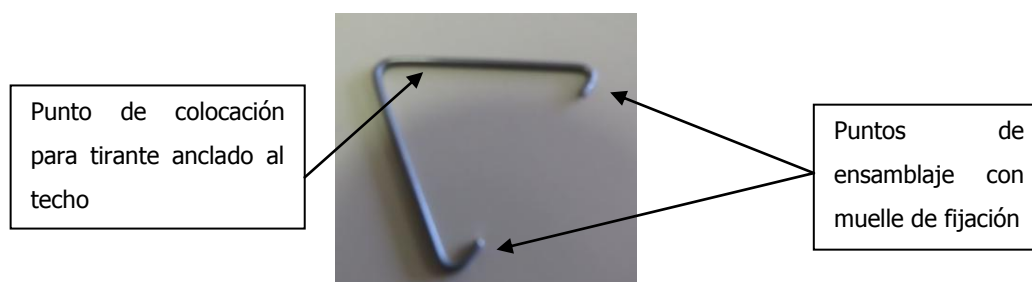
#### BOLSA DE PIECERÍO – Tapón estanco:

2 Unidades de pieza de plástico de forma circular. Estas sirven para crear una junta estanca en los agujeros practicados en la carcasa para meter los cables del punto de luz.



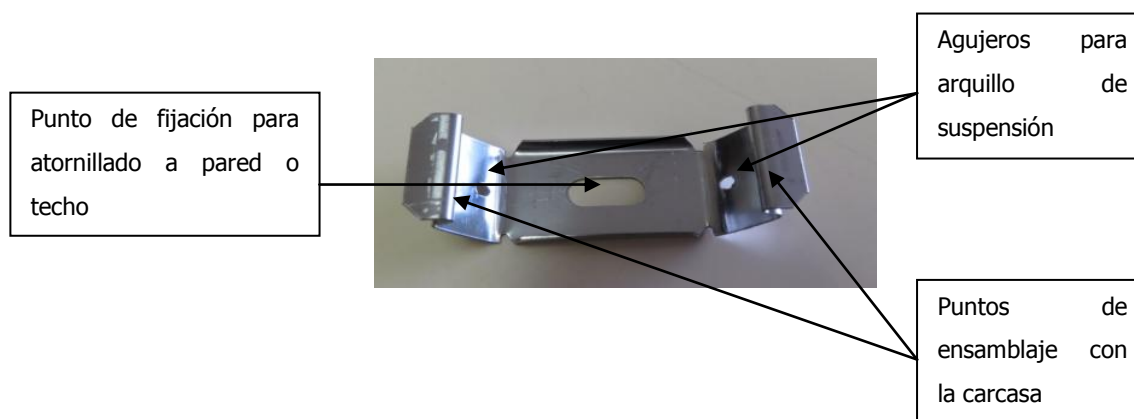
BOLSA DE PIECERÍO – Arquillos de suspensión:

2 Piezas metálicas en forma de triángulo cuyo uso está destinado a una posible sujeción exterior de la luminaria mediante tirantes anclados a algún techo. Estas piezas irían ensambladas con los arquillos de suspensión y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.



BOLSA DE PIECERÍO – Muelle de fijación:

2 Piezas metálicas que sirve para el anclaje exterior de la luminaria mediante tornillería. Estas piezas irán ensambladas con la carcasa y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.



### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

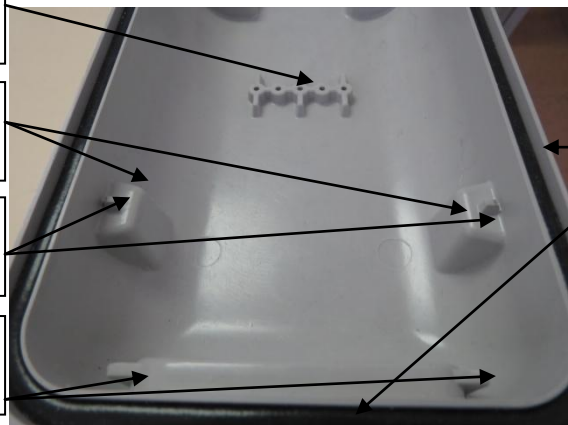
#### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA:

#### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Carcasa:

1 Pieza de plástico de medidas envolventes 128cm x 14cm x 5,45cm. Esta se ancla mediante las piezas antes descritas a un firme definido por el cliente. Su función es la de contener y sujetar todo el mecanismo. Tiene una función contenedora y estructural.

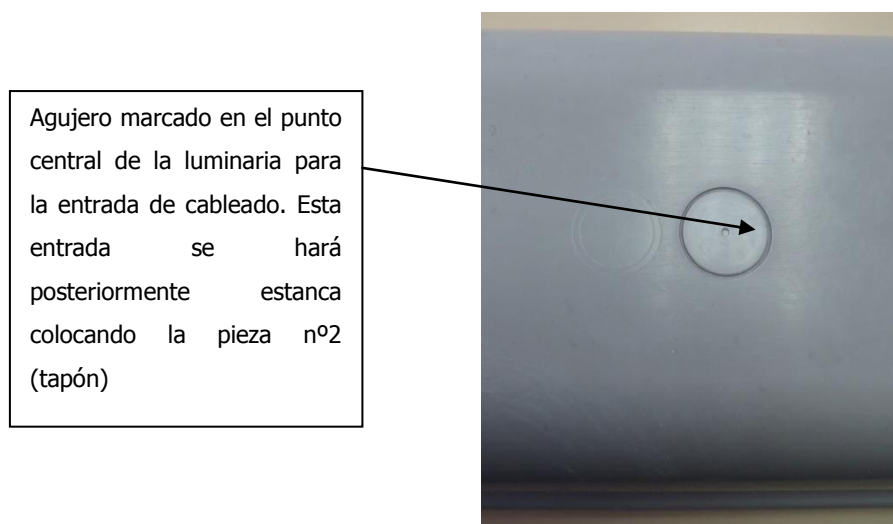
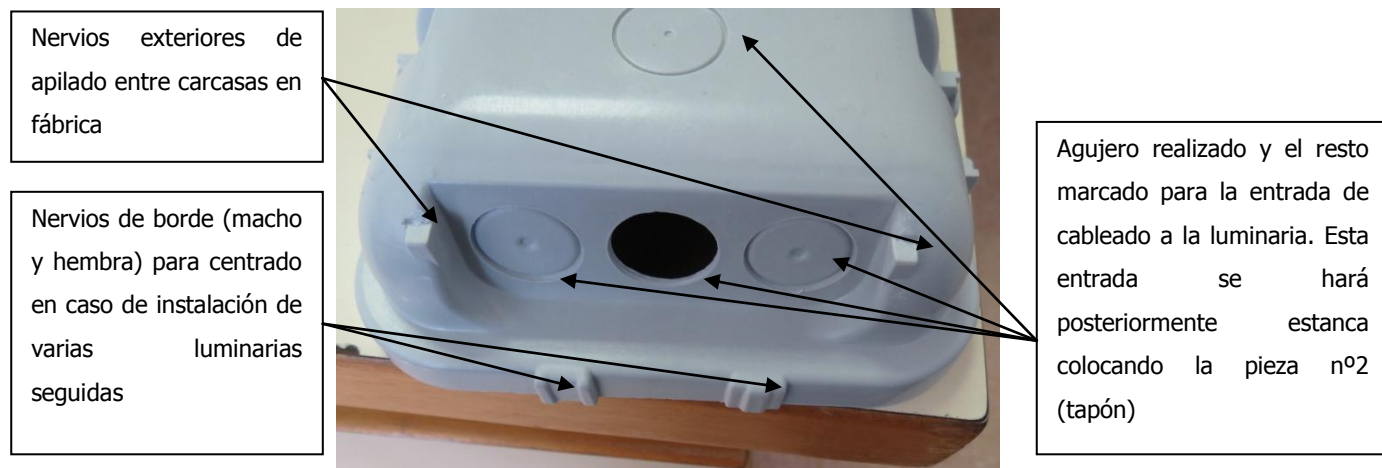


- Zona para atornillado de fichas eléctricas
- Alojamiento por exterior para pieza nº1 (gatillo)
- Apoyos laterales para bandeja
- Nervios de apilado entre carcasas en fábrica



Mayor ancho de junta en extremos que en laterales porque debemos tener más tolerancia a lo largo del difusor que a lo ancho

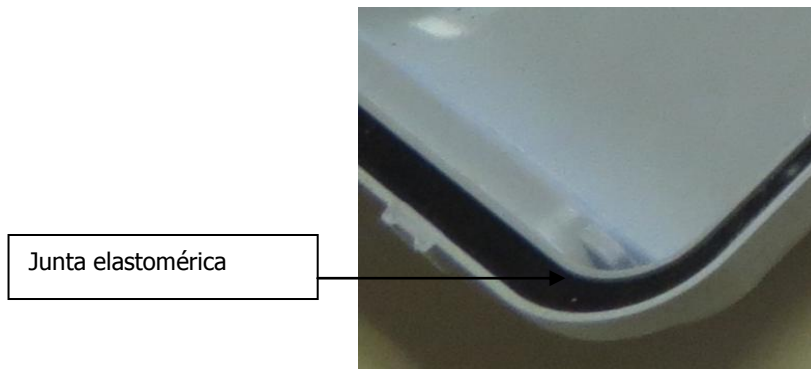
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA



#### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Junta elastomérica:

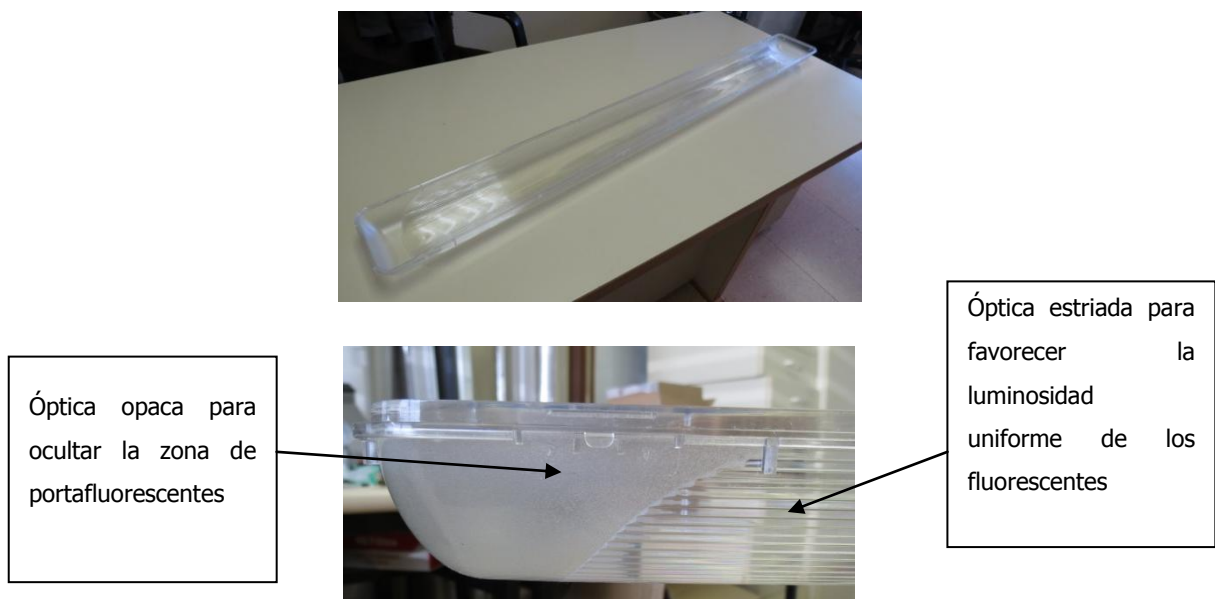
Una ranura de la carcasa es rellena con material elastomérico. Esta junta será la junta en la que se colocará el difusor. Mediante los clips de cierre de la luminaria se asegurará una presión en la unión más o menos uniforme, creando así una junta estanca entre el mecanismo interior de la luminaria y el medio exterior.

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

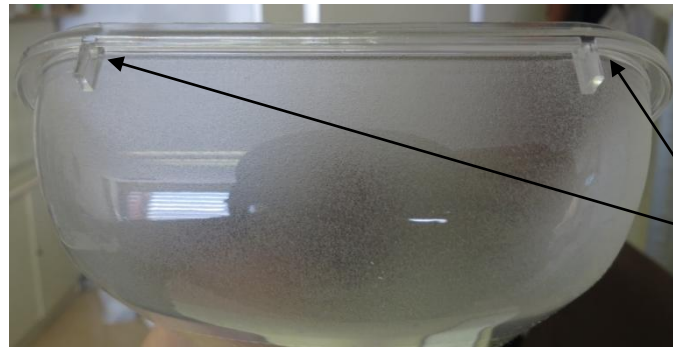


#### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – Difusor:

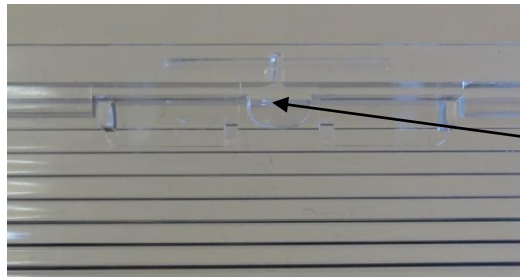
1 Pieza de plástico. Sirve para dispersar la luz que emiten los fluorescentes de forma uniforme a través de él. Esta se puede fabricar en Policarbonato (PC) y en Polimetacrilato (PMMA) y SAN.



### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

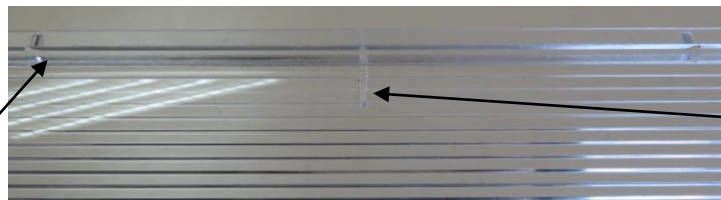


Nervios para  
apilado de  
difusores en  
fábrica



Zona de inserción de clips.  
Permite que el difusor quede  
suspendido de los clips. Esta  
zona es más ancha que el clip  
porque así puede asumir  
tolerancias

Nervios para  
centrar el labio  
de pisado en la  
junta de la  
carcasa



Nervios para  
apilado de  
difusores en  
fábrica



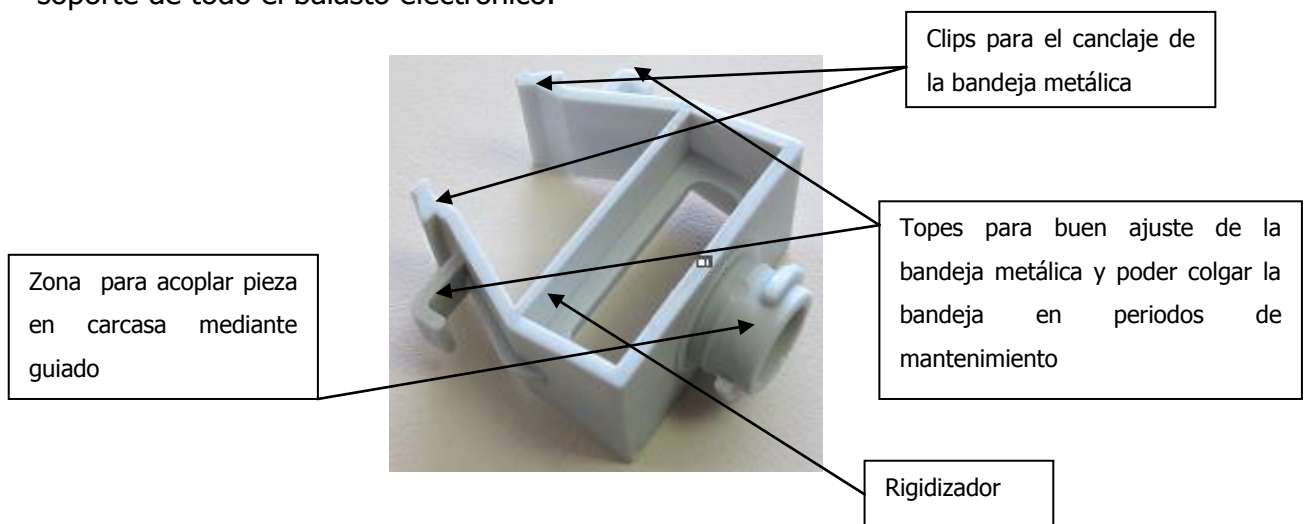
#### PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – Junta tórica:

2 juntas de forma toroidal, de material elastómero, cuya función es la de asegurar la estanqueidad de la carcasa. Se encuentran situadas en la ranura existente entre la pieza "soporte bandeja" y la carcasa.



PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – Soporte bandeja:

2 Piezas de plástico que ya vienen montadas sobre la carcasa. La función de esta pieza es asegurar la unión de la carcasa con la bandeja metálica que a su vez es soporte de todo el balasto electrónico.



PANTALLA COMPLETA - CARCASA ESTANCA – PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA:

PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - Etiqueta:

1 Pegatina de medidas 8cm x 3,4cm. Esta sirve como identificación de la bandeja y especificaciones del balasto electrónico.





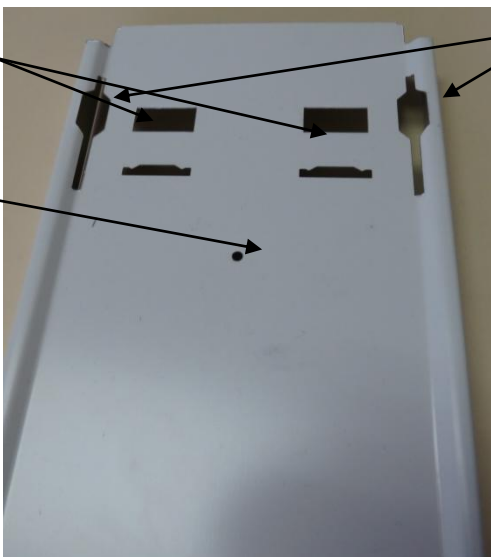
PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - Bandeja metálica:

1 Bandeja de chapa doblada, troquelada y pintada de medidas envolventes 124,5cm x 15,5cm x 0,7mm. Esta se une a la carcasa mediante las piezas nº5, y su función es alojar el balasto electrónico junto a los cebadores y a los fluorescentes.



Alojamientos para piezas nº7  
(portafluorescente)

Alojamiento para clipado de ficha  
eléctrica en diferentes modelos

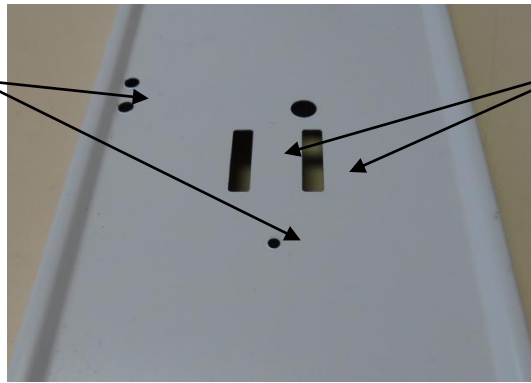


Perforaciones para colgar chapa de  
pieza nº5 (clip carcasa) mientras  
operaciones de mantenimiento



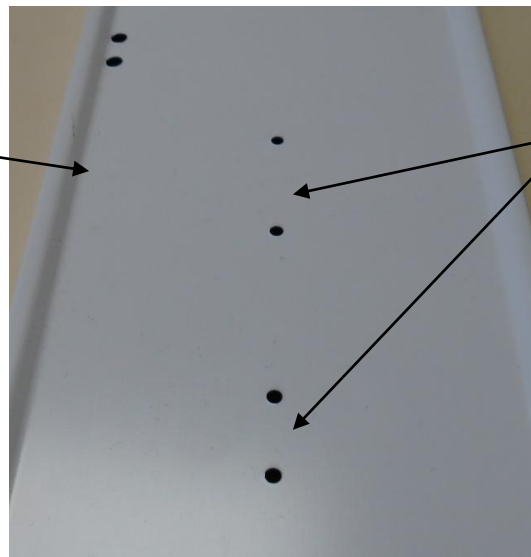
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Alojamientos para clipado de fichas eléctricas en diferentes modelos



Perforaciones para clipar la pieza nº5 (clip de carcasa) y unir la bandeja con la carcasa

Doblado lateral especial para dotar de rigidez a la bandeja metálica



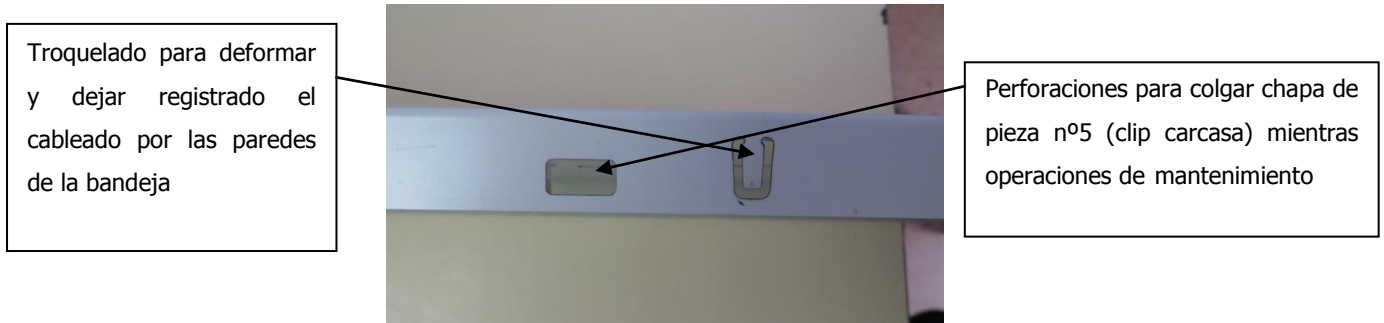
Alojamientos para clipado de fichas eléctricas en diferentes modelos y atornillados de balastros electrónicos

Alojamientos para piezas nº7 (portafluorescente)



Troquelado para conexión a tierra en diferentes modelos

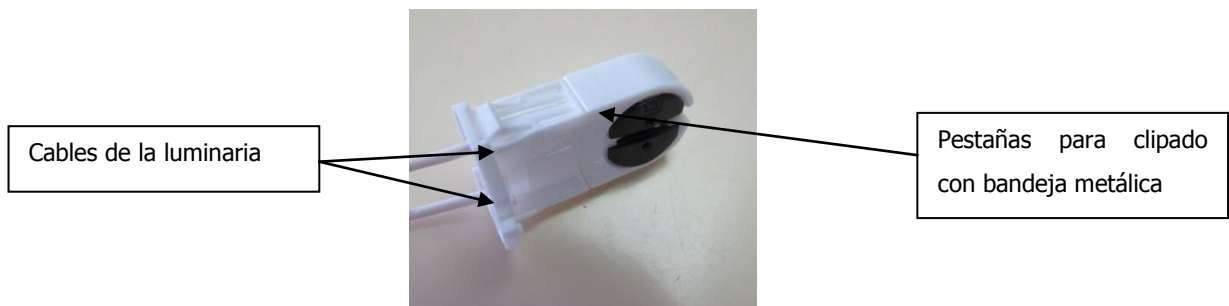
Perforaciones para colgar chapa de pieza nº5 (clip carcasa) mientras operaciones de mantenimiento



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO:

PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO-  
Portafluorescente:

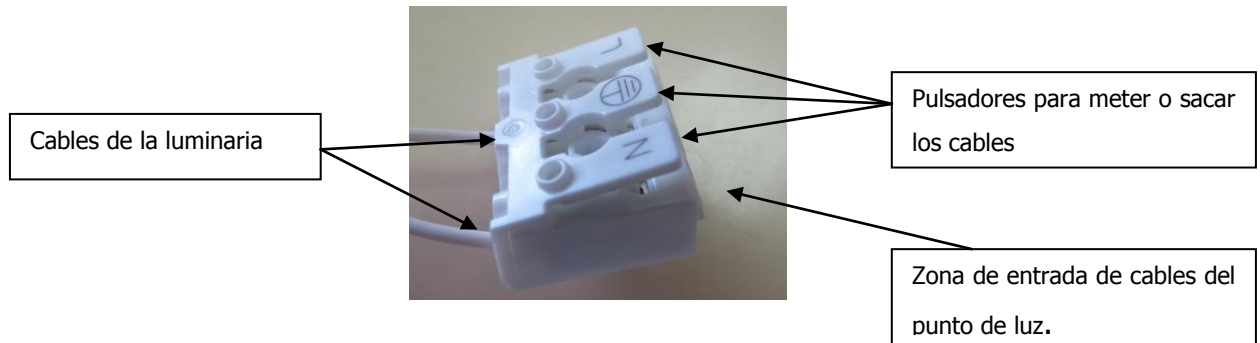
4 Piezas estándar de sujeción de fluorescentes. Esta se ancla mediante clipado a la bandeja metálica y tiene dos cables conectados que vienen del balasto electrónico. Tiene un alojamiento giratorio que será donde haya que conectar uno de los extremos del fluorescente. Sirve para transmitir la electricidad del balasto electrónico a los fluorescentes.



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Ficha de  
conexión:

1 Pieza estándar de conexión eléctrica cuya función es recoger la electricidad del punto de luz y mediante los cables llevarla al balasto electrónico. Esta se ancla mediante clipado a la bandeja.

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA



#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Cableado:

532 cm de longitud de cable de 2mm (cobre + plástico) de diámetro, donde el 58% es cobre y el 42% es plástico (PVC). Su función es la de generar las conexiones suficientes entre el punto de luz, la placa electrónica, los cebadores y los fluorescentes.



#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- Opción electrónico:

Conjunto de piezas. Esta se ancla mediante atornillado a la bandeja metálica y tiene varios cables conectados que vienen de las piezas de ficha de conexión y portafluorescente. Sirve para transformar la electricidad que viene del punto de luz y hacerla llevar a la intensidad y voltaje adecuados para que los fluorescentes puedan funcionar.



PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN  
REACTANCIA-Cebador:

Los tubos fluorescentes tienen un electrodo situado a cada lado, y en su interior contienen vapor de mercurio junto con cierta cantidad de polvo fluorescente de fósforo. La luz se produce mediante la activación de la fluorescencia de dicho polvo por la radiación ultravioleta de una descarga eléctrica provocada entre los electrodos y mantenida en el vapor de mercurio encerrado en el tubo. Antes de provocar la descarga, los electrodos son precalentados por medio del cebador que, al abrirse, genera un pico de alta tensión suficiente como para provocar el encendido de la lámpara.

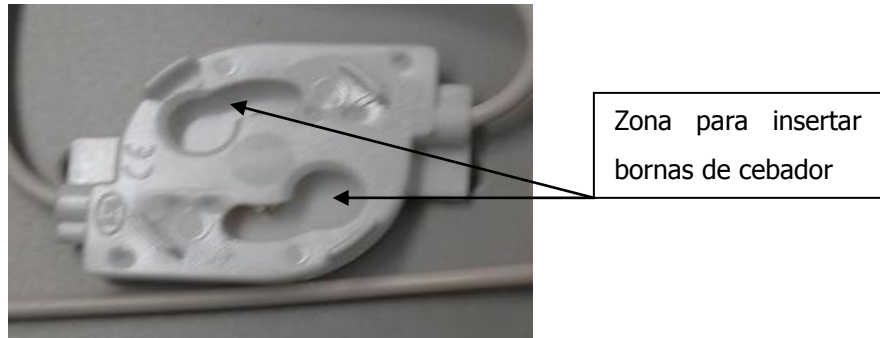


Bornas de contacto

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN REACTANCIA-Portacebador:

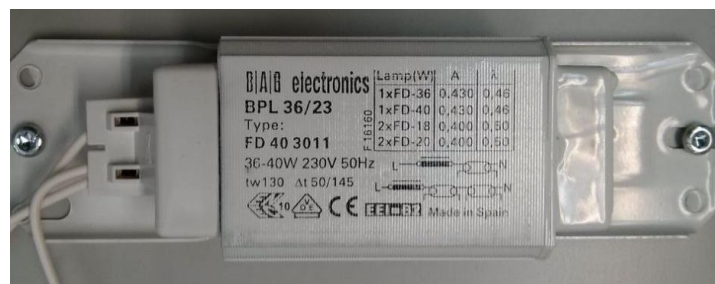
Es donde el cebador es acoplado y donde se han realizado las conexiones oportunas al cebador.



#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- OPCIÓN REACTANCIA-Reactancia:

Sirve para elevar la tensión en el inicio del cebado del tubo para que se produzca el encendido. La reactancia es una inductancia (una bobina), que almacena energía

en forma de campo magnético según  $E = \frac{1}{2} LI^2$  siendo L la inductancia e I la intensidad.



#### PANTALLA COMPLETA-BANDEJA ELECTRIFICADA - SISTEMA ELÉCTRICO- - Fluorescente:



### 3.4.- Cálculo con EcoTOOL

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria en todas sus opciones con el Eco-Indicador 99 v2.09 se presentan en las siguientes tablas.

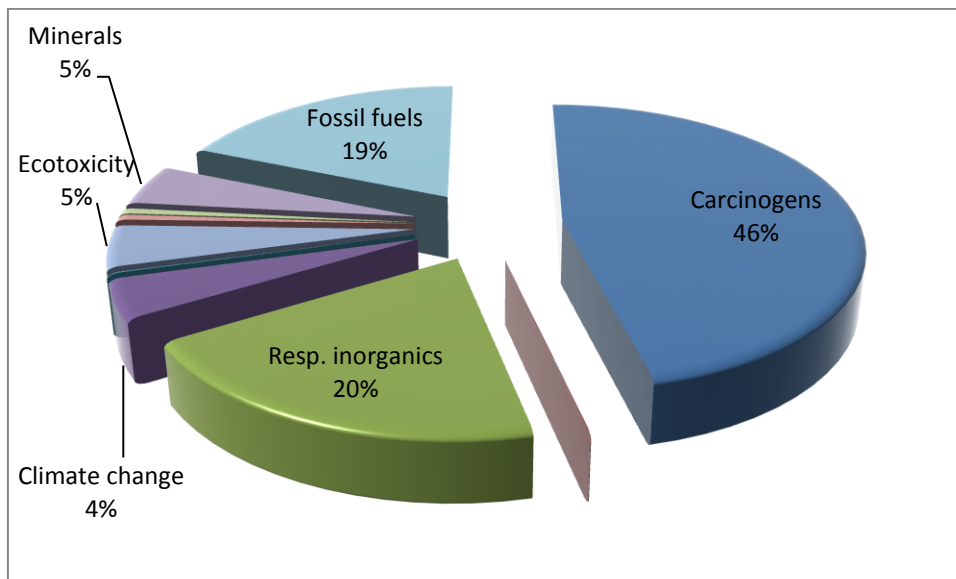
#### 3.4.1.- OPCIÓN A

Configuración básica de la Alhama :

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,0813	Pt
Land Use	0,0012	Pt
Radiation	0,8951	Pt
Resp. Organics	0,1929	Pt
Climate change	0,0038	Pt

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2104	Pt
Carcinogens	0,0262	Pt
Fossil fuels	0,0279	Pt
Resp. Inorganics	0,2082	Pt
Acidification	0,8373	Pt



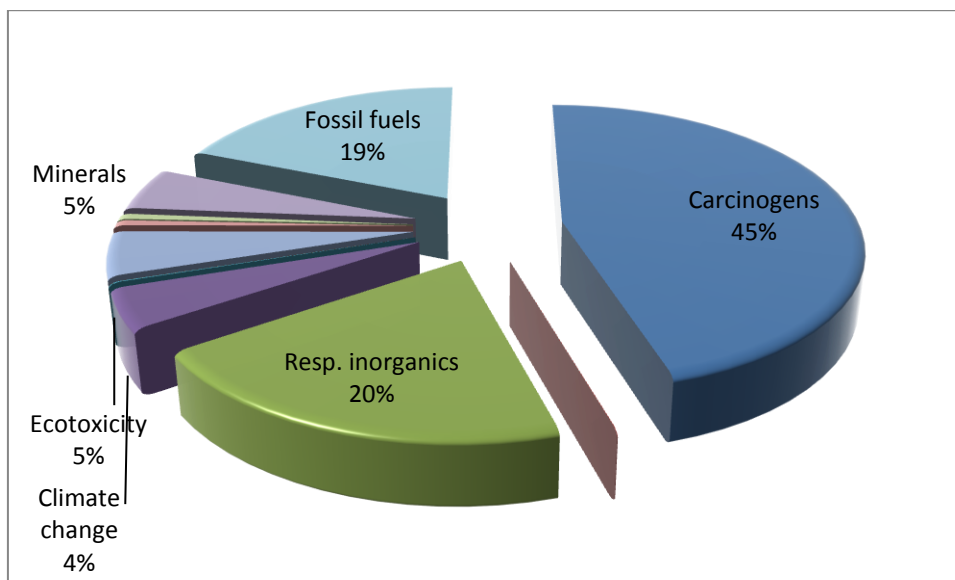
ENVIRONMENTAL IMPACT	4358,9303	mPt
KG eq CO2	22,86179	Kg

#### 3.4.2.- OPCIÓN B

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,995	Pt
Land Use	0,0012	Pt
Radiation	0,8855	Pt
Resp. Organics	0,1929	Pt
Climate change	0,0036	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2174	Pt
Carcinogens	0,0262	Pt

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Fossil fuels	0,0273	Pt
Resp. Inorganics	0,2126	Pt
Acidification	0,8285	Pt



ENVIRONMENTAL IMPACT	4446,02419	mPt
KG eq CO2	22,44286	Kg

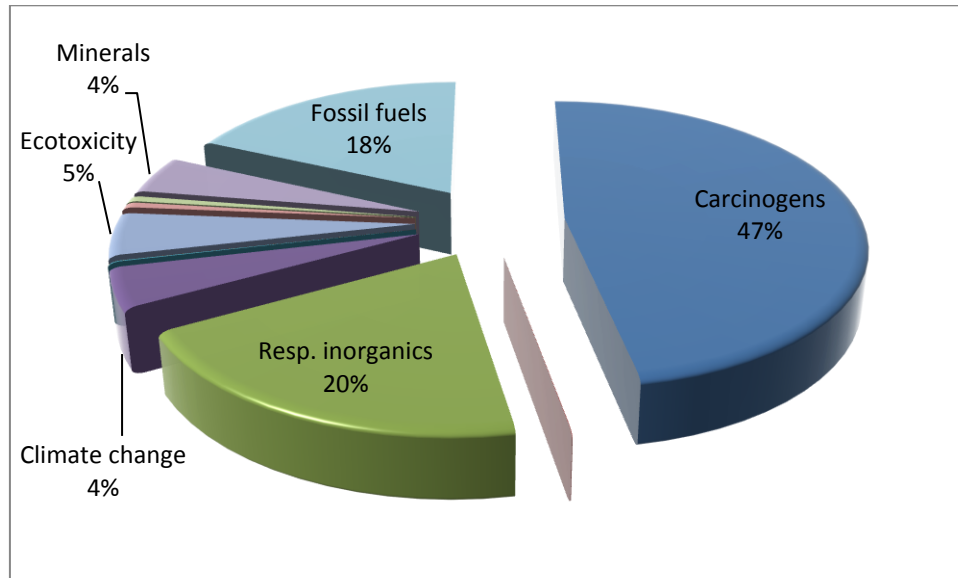
#### 3.4.3.- OPCIÓN C

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,1029	Pt
Land Use	0,001	Pt
Radiation	0,8855	Pt
Resp. Organics	0,1951	Pt
Climate change	0,0041	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2151	Pt
Carcinogens	0,0265	Pt
Fossil fuels	0,0276	Pt



### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

Resp. Inorganics	0,1926	Pt
Acidification	0,8107	Pt

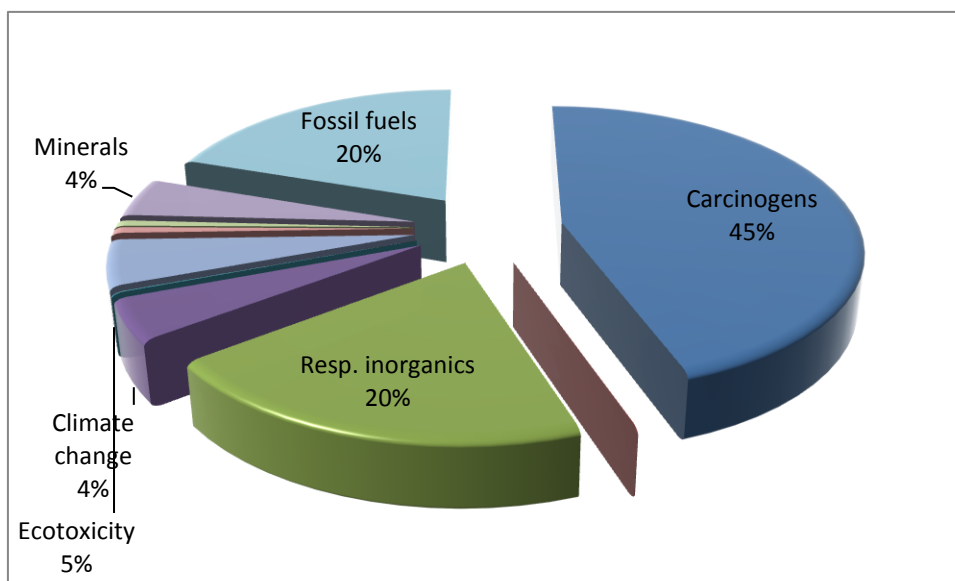


ENVIRONMENTAL IMPACT	4204,62282	mPt
KG eq CO2	20,54374	Kg

#### 3.4.4.- OPCIÓN D

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,9518	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8759	Pt
Resp. Organics	0,1973	Pt
Climate change	0,0038	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2244	Pt
Carcinogens	0,0296	Pt
Fosil fuels	0,0276	Pt
Resp. Inorganics	0,1926	Pt

Acidification	0,8639	Pt
---------------	--------	----

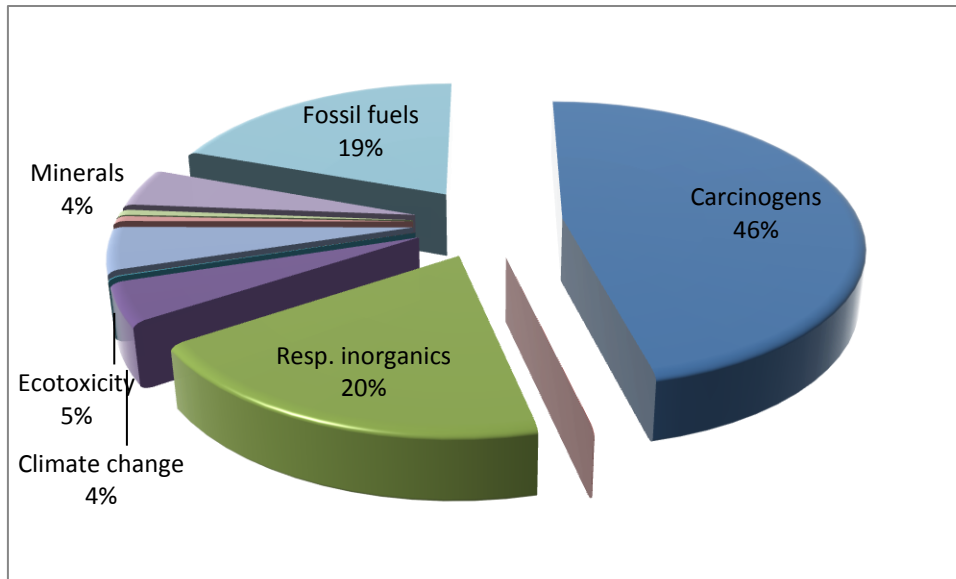


ENVIRONMENTAL IMPACT	4191,51766	mPt
KG eq CO2	20,38368	Kg

### 3.4.5.- OPCIÓN E

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,0597	Pt
Land Use	0,001	Pt
Radiation	0,8664	Pt
Resp. Organics	0,1929	Pt
Climate change	0,0041	Pt
Ecotoxicity	8E-05	Pt
Minerals	0,2151	Pt
Carcinogens	0,0262	Pt
Fossil fuels	0,0273	Pt
Resp. Inorganics	0,1926	Pt
Acidification	0,8639	Pt

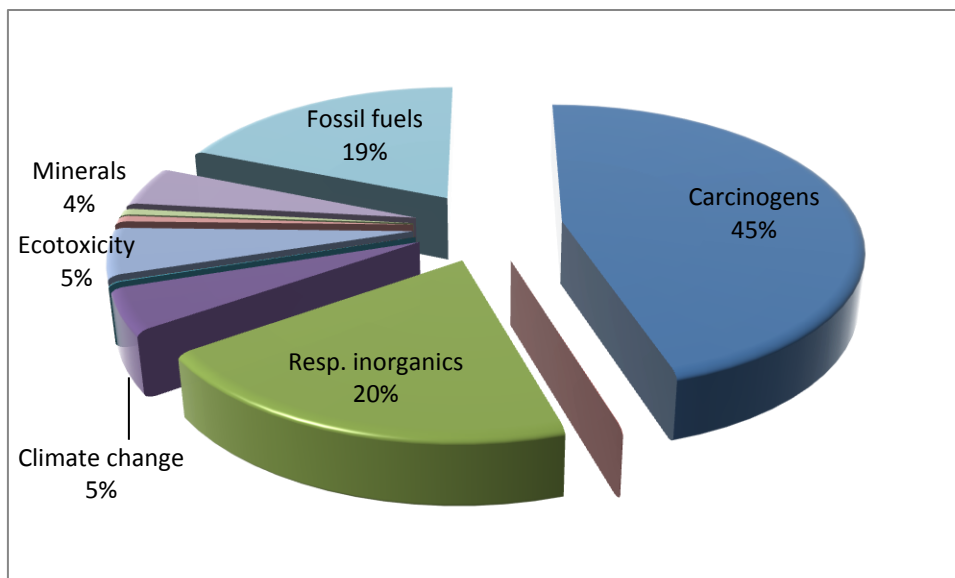
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA



ENVIRONMENTAL IMPACT	4345,82567	mPt
KG eq CO2	22,70173	Kg

#### 3.4.6.- OPCIÓN F

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,9518	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8664	Pt
Resp. Organics	0,1996	Pt
Climate change	0,004	Pt
Ecotoxicity	8E-05	Pt
Minerals	0,229	Pt
Carcinogens	0,0286	Pt
Fosil fuels	0,0295	Pt
Resp. Inorganics	0,1926	Pt
Acidification	0,8107	Pt

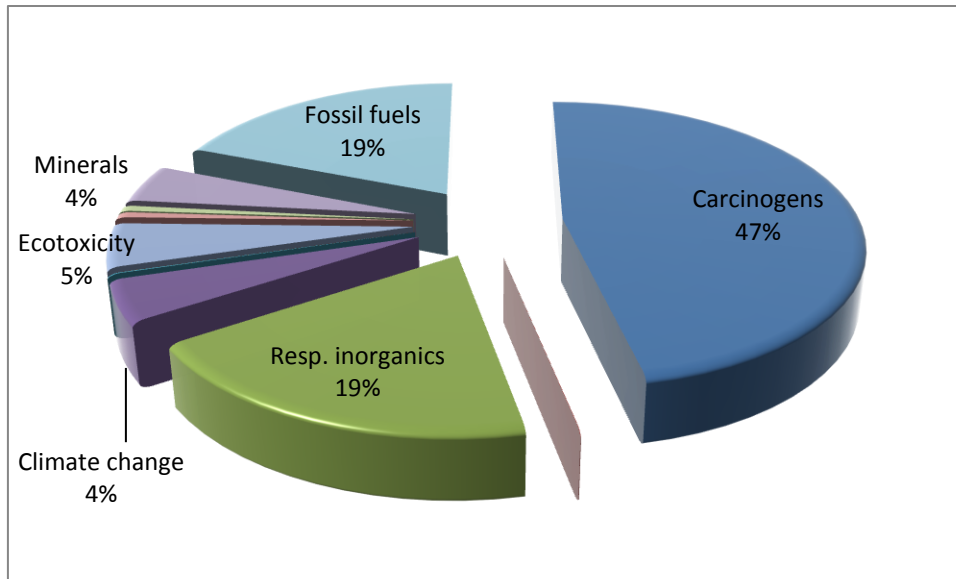


ENVIRONMENTAL IMPACT	4432,91903	mPt
KG eq CO2	22,2828	Kg

### 3.4.7.- OPCIÓN G

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,1029	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8568	Pt
Resp. Organics	0,204	Pt
Climate change	0,0037	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2221	Pt
Carcinogens	0,0274	Pt
Fosil fuels	0,0282	Pt
Resp. Inorganics	0,1948	Pt
Acidification	0,8551	Pt

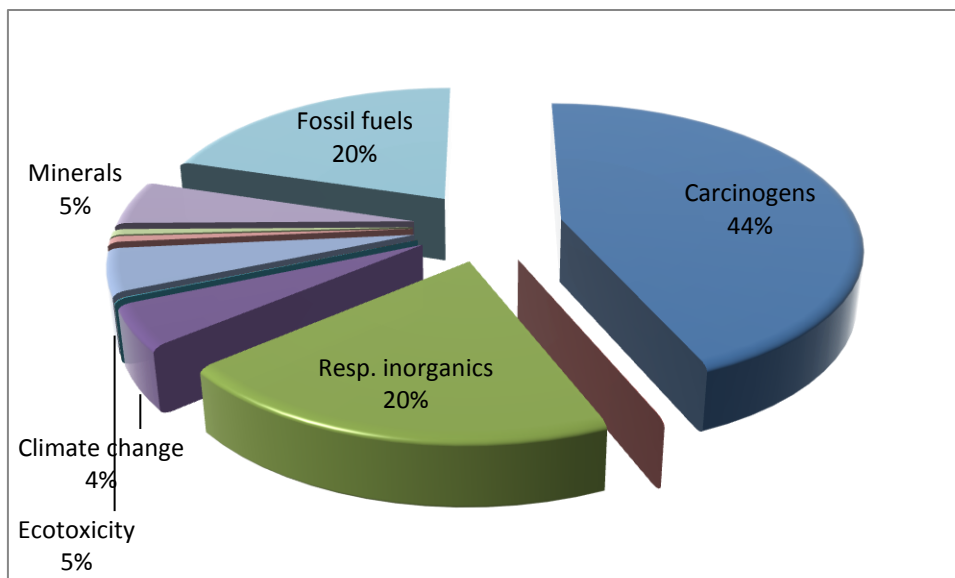
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA



ENVIRONMENTAL IMPACT	5011,43663	mPt
KG eq CO2	25,3085	Kg

#### 3.4.8.- OPCIÓN H

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,8655	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8664	Pt
Resp. Organics	0,1973	Pt
Climate change	0,0036	Pt
Ecotoxicity	8E-05	Pt
Minerals	0,2058	Pt
Carcinogens	0,0283	Pt
Fosil fuels	0,0273	Pt
Resp. Inorganics	0,2126	Pt
Acidification	0,8639	Pt

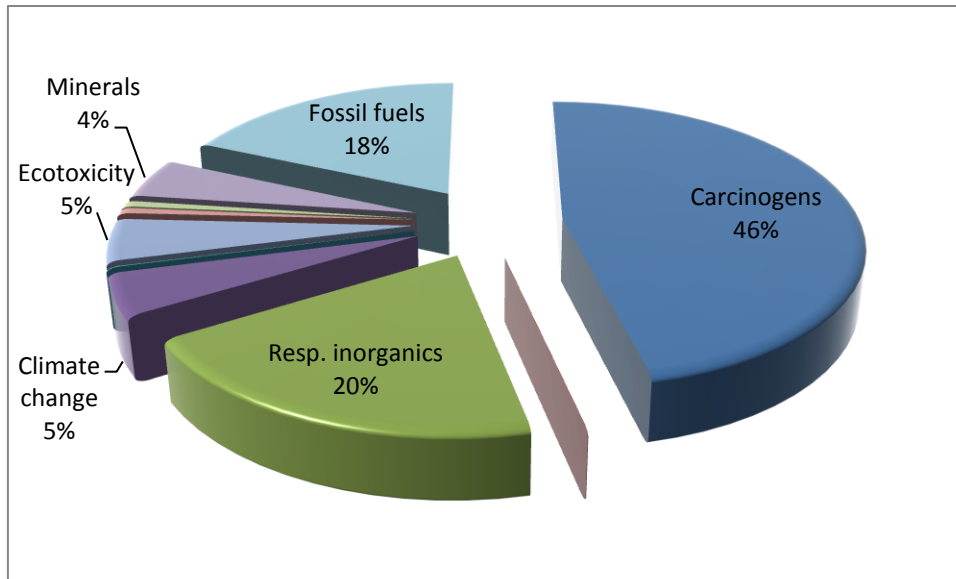


ENVIRONMENTAL IMPACT	4937,44843	mPt
KG eq CO2	25,88749	Kg

### 3.4.9.- OPCIÓN I

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,1245	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,9047	Pt
Resp. Organics	0,2107	Pt
Climate change	0,0037	Pt
Ecotoxicity	8E-05	Pt
Minerals	0,2174	Pt
Carcinogens	0,0293	Pt
Fossil fuels	0,0307	Pt
Resp. Inorganics	0,2082	Pt
Acidification	0,8373	Pt

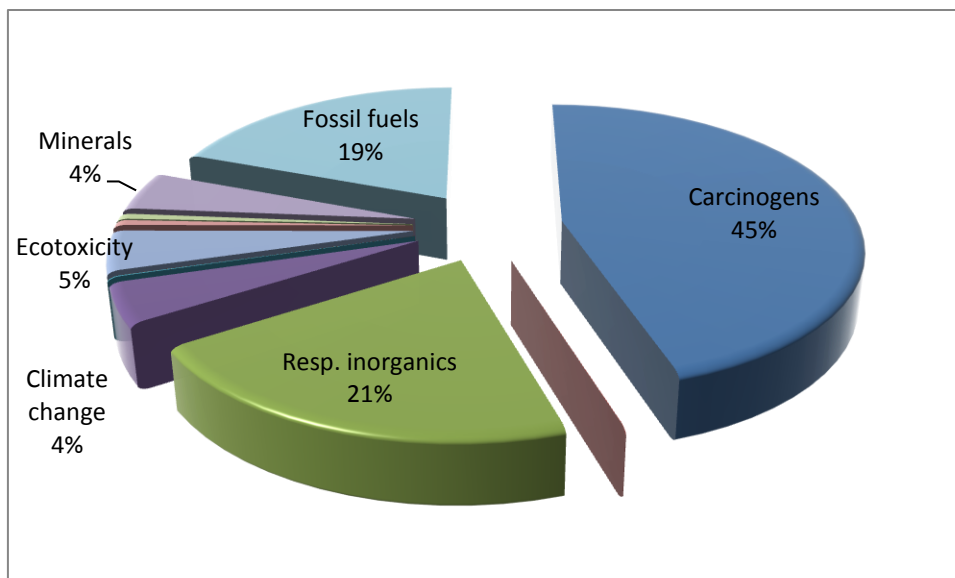
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA



ENVIRONMENTAL IMPACT	5024,54179	mPt
KG eq CO2	25,46856	Kg

#### 3.4.10.- OPCIÓN J

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,0382	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,943	Pt
Resp. Organics	0,1996	Pt
Climate change	0,004	Pt
Ecotoxicity	8E-05	Pt
Minerals	0,2034	Pt
Carcinogens	0,0265	Pt
Fosil fuels	0,0276	Pt
Resp. Inorganics	0,1993	Pt
Acidification	0,8728	Pt

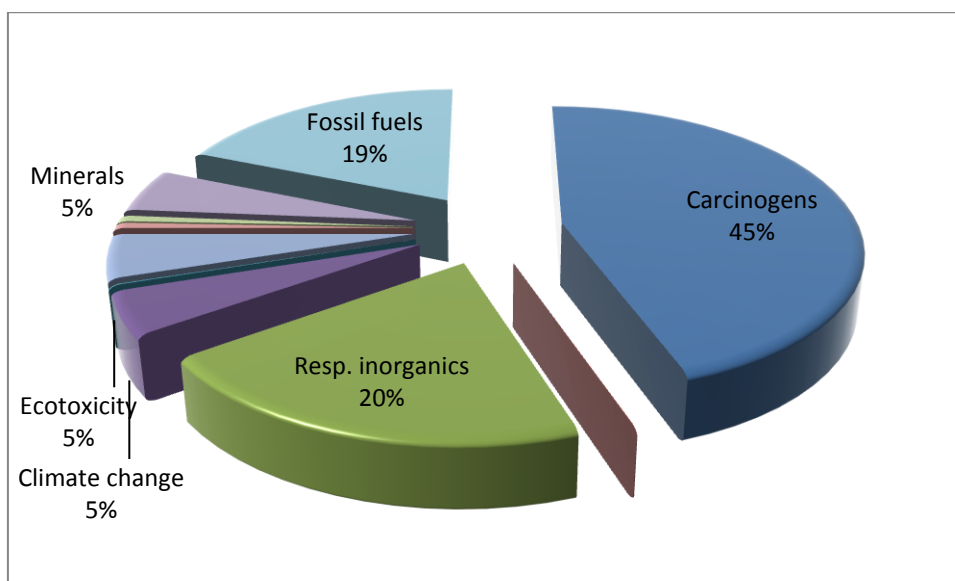


ENVIRONMENTAL IMPACT	4783,14042	mPt
KG eq CO2	23,56944	Kg

### 3.4.11.- OPCIÓN K

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	1,9518	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8951	Pt
Resp. Organics	0,2063	Pt
Climate change	0,0041	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2151	Pt
Carcinogens	0,0274	Pt
Fosil fuels	0,0295	Pt
Resp. Inorganics	0,2149	Pt
Acidification	0,8196	Pt

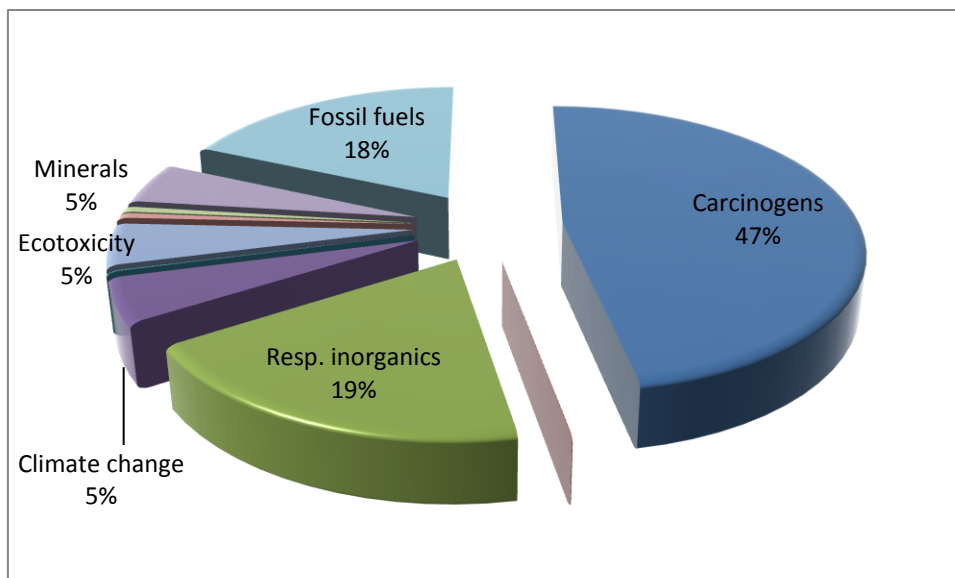




ENVIRONMENTAL IMPACT	4770,03526	mPt
KG eq CO2	23,40938	Kg

### 3.4.12.- OPCIÓN L

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,1245	Pt
Land Use	0,0011	Pt
Radiation	0,8568	Pt
Resp. Organics	0,2197	Pt
Climate change	0,0038	Pt
Ecotoxicity	7E-05	Pt
Minerals	0,2128	Pt
Carcinogens	0,0268	Pt
Fossil fuels	0,0273	Pt
Resp. Inorganics	0,2126	Pt
Acidification	0,8285	Pt



ENVIRONMENTAL IMPACT	4924,34327	mPt
KG eq CO2	25,72743	Kg

### 3.4.13.- Resumen

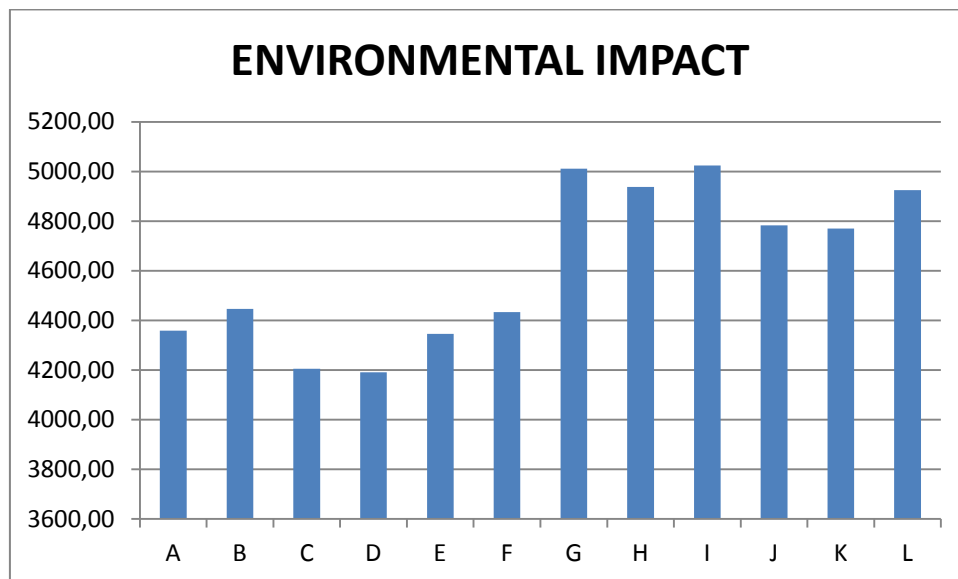
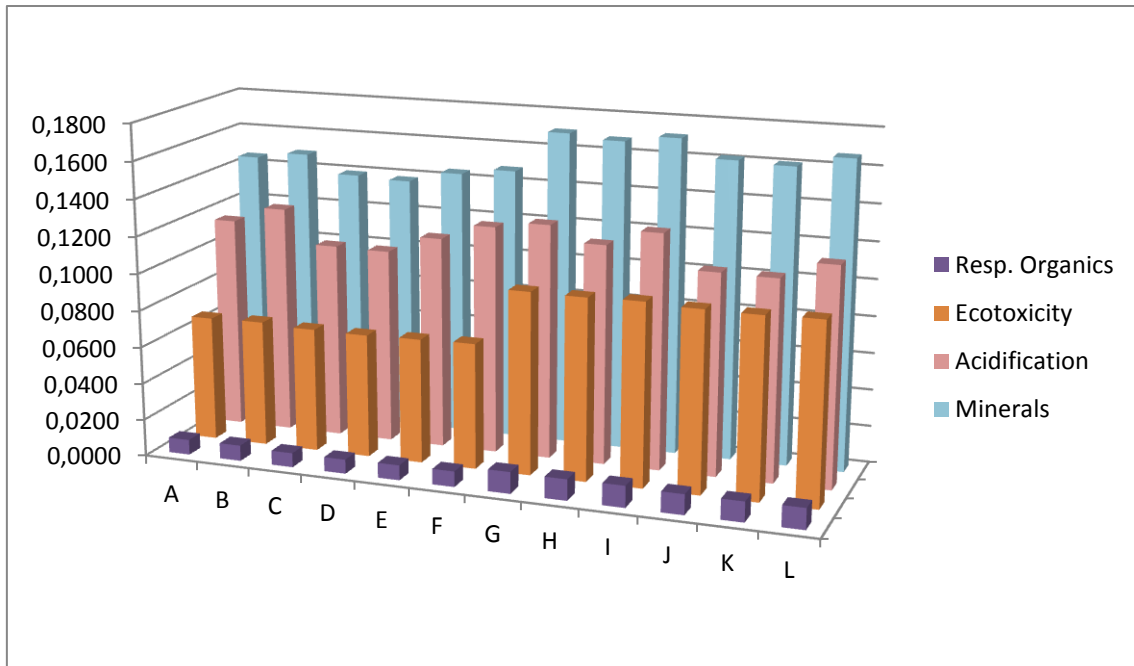
Haciendo un resumen de todas las opciones que tiene el modelo:

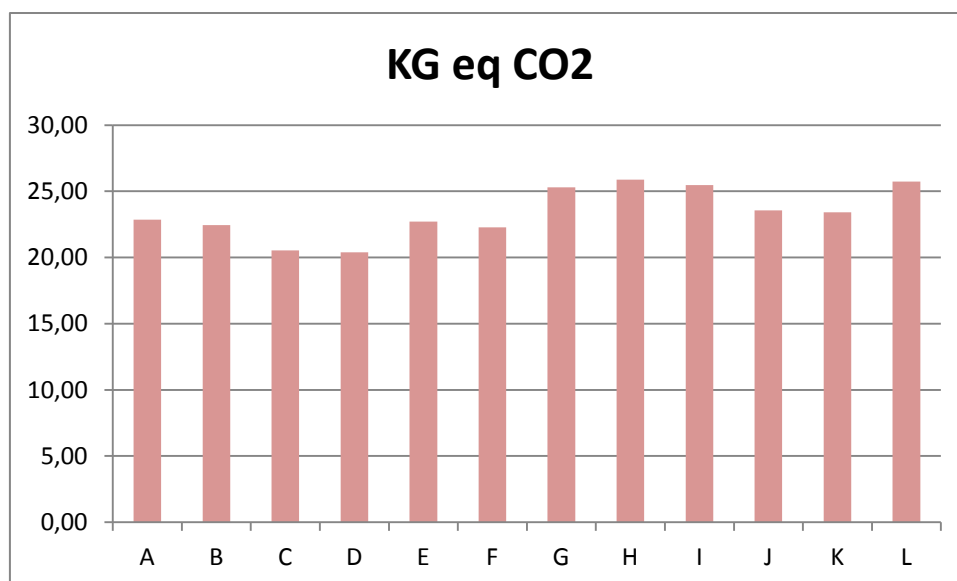
ENVIRONMENTAL CATEGORIE	A	B	C	D	E	F	UNIT
Ozone Layer	2,0813	1,995	2,1029	1,9518	2,0597	1,9518	Pt
Land Use	0,0012	0,0012	0,001	0,0011	0,001	0,0011	Pt
Radiation	0,8951	0,8855	0,8855	0,8759	0,8664	0,8664	Pt
Resp. Organics	0,1929	0,1929	0,1951	0,1973	0,1929	0,1996	Pt
Climate change	0,0038	0,0036	0,0041	0,0038	0,0041	0,004	Pt
Ecotoxicity	7E-05	7E-05	7E-05	7E-05	8E-05	8E-05	Pt
Minerals	0,2104	0,2174	0,2151	0,2244	0,2151	0,229	Pt
Carcinogens	0,0262	0,0262	0,0265	0,0296	0,0262	0,0286	Pt
Fosil fuels	0,0279	0,0273	0,0276	0,0276	0,0273	0,0295	Pt
Resp. Inorganics	0,2082	0,2126	0,1926	0,1926	0,1926	0,1926	Pt
Acidification	0,8373	0,8285	0,8107	0,8639	0,8639	0,8107	Pt

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

TOTAL	4358,93	4446,02	4204,62	4191,52	4345,83	4432,92	mPt
KG eq CO2	22,86	22,44	20,54	20,38	22,70	22,28	Kg

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	G	H	I	J	K	L	UNIT
Ozone Layer	2,1029	1,8655	2,1245	2,0382	1,9518	2,1245	Pt
Land Use	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	0,0011	Pt
Radiation	0,8568	0,8664	0,9047	0,943	0,8951	0,8568	Pt
Resp. Organics	0,204	0,1973	0,2107	0,1996	0,2063	0,2197	Pt
Climate change	0,0037	0,0036	0,0037	0,004	0,0041	0,0038	Pt
Ecotoxicity	7E-05	8E-05	8E-05	8E-05	7E-05	7E-05	Pt
Minerals	0,2221	0,2058	0,2174	0,2034	0,2151	0,2128	Pt
Carcinogens	0,0274	0,0283	0,0293	0,0265	0,0274	0,0268	Pt
Fossil fuels	0,0282	0,0273	0,0307	0,0276	0,0295	0,0273	Pt
Resp. Inorganics	0,1948	0,2126	0,2082	0,1993	0,2149	0,2126	Pt
Acidification	0,8551	0,8639	0,8373	0,8728	0,8196	0,8285	Pt
TOTAL	5011,44	4937,45	5024,54	4783,14	4770,04	4924,34	mPt
KG eq CO2	25,31	25,89	25,47	23,57	23,41	25,73	Kg





### 3.5.- Calculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool. Es por ello que solo se va a calcular un caso de los 12, el genérico del modelo, la opción "A", que es la opción más representativa de este modelo de luminaria.

Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Total	Pt	4,38855259
Carcinogens	Pt	1,99462257
Resp. organics	Pt	0,00111034
Resp. inorganics	Pt	0,8853497
Climate change	Pt	0,20623469
Radiation	Pt	0,00388814
Ozone layer	Pt	7,55E-05
Ecotoxicity	Pt	0,21503791
Acidification	Pt	0,02803367
Land use	Pt	0,02883975
Minerals	Pt	0,20591522
Fossil fuels	Pt	0,81944506

A la vista de los resultados se puede afirmar que la herramienta EcoTool nos proporciona datos verosímiles y que podemos fiarnos del software.

### **3.6.- Evaluación de la calidad de los datos**

Como se ha explicado anteriormente, en la evaluación de impacto medioambiental de cualquier producto, se trabaja con bases de datos. En nuestro caso trabajamos con la base de datos Ecoinvent v2.2, reconocida internacionalmente y de ámbito europeo.

Como en todas las bases de datos, esos datos tienen una fuente más o menos fiable, por lo que la calidad del dato que esa base nos reporta puede ser mayor o menor.

Ecoinvent v2.2, al tener el reconocimiento que tiene, está dotada con una calidad de datos bastante alta, aunque todos proceden de datos promediados de empresas a nivel europeo, por lo que valoraremos los datos obtenidos de ella con una calificación de 7 en una puntuación del 1 al 10.

Pero este trabajo no solo se nutre de datos de Ecoinvent v2.2, sino que los pesos de cada uno de los componentes, la caracterización de los materiales, los procesos, etc., también son una importantísima fuente de datos que debemos valorar y tener en cuenta.

Así pues, todos los elementos en los que han influido mi percepción del proceso, material, descomposición en más elementos, procedencia, etc., han sido valorados al detalle con una puntuación de 6 o mayor, en una baremo del 1 al 10, en función de las aproximaciones realizadas.

Como resultado de todo ello, en la siguiente tabla se puede ver el impacto y el CO<sub>2</sub> causado por los materiales y por los procesos en cada uno de los elementos del conjunto. Además se puede ver la nota de calidad que tiene cada uno de estos valores.

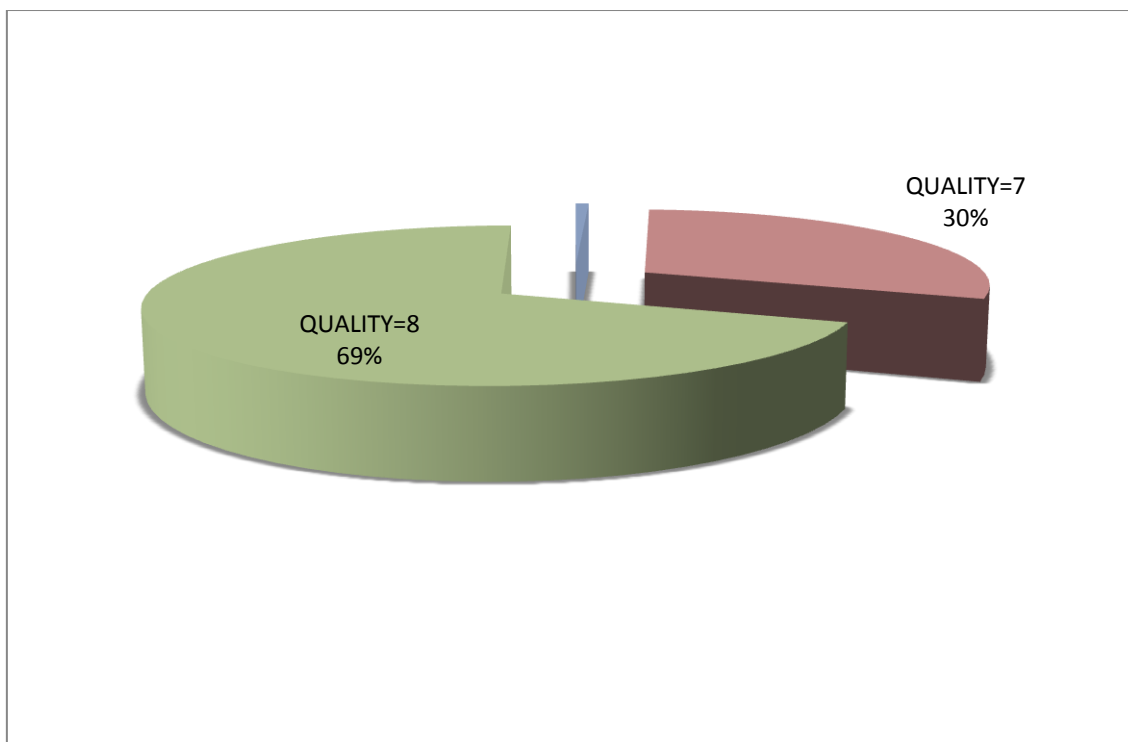
### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

NAME	IMPACT BY	IMPACT	CO2	QUALITY OF DATUM
ETIQUETAINTERIORTX	Material	0,05839	0,00036	7
ETIQUETAEXTERIORTX	Material	1,1678	0,00721	7
CARTON	Material	36,62022	0,42278	7
CINTA	Material	0,64098	0,00782	7
INSTRUCCIONESMONTAJEOLEVEON	Material	2,3356	0,01442	7
MUELLEFIJACION	Material	4,6768	0,03623	7
ARQUILLOSSUSPENSION	Material	1,0496	0,00541	7
BOLSAACC	Material	0,57789	0,00712	7
PRECINTOROJO	Material	0,25639	0,00313	7
TAPONESTANCO	Material	0,96751	0,00891	7
CLIPALHAMAPLAS	Material	15,2013	0,15361	6
CLIPALHAMAMET	Material	7,3919	0,05726	7
DIFUSOROLEVEON_PMMA	Material	574,567	3,96106	7
CLIPBANDEJA	Material	18,8836	0,17538	7
DIFUSOROLEVEON_PC	Material	487,47355	4,37996	7
DIFUSOROLEVEON_SAN	Material	333,16736	2,06193	7
SOPORTECLIP	Material	14,37925	0,13355	7
JUNTATORICA	Material	0,41942	0,0024	7
JUNTA_PU	Material	27,9339	0,17441	7
CARCASAALHAMA	Material	537,69285	4,83119	7
BANDEJAMETALICA	Material	234,52394	2,21656	7
ETIQUETA	Material	0,5839	0,00361	7
PORTAFLUORESCENTE	Material	42,08092	0,12876	8
FICHADECONEXION	Material	53,91691	0,03104	8
CABLEADO	Material	131,63466	0,07804	8
CEBADOR	Material	61,61927	0,3354	8
PORTACEBADOR	Material	12,86708	0,02998	8
FLUORESCENTE_T8	Material	487,13248	3,51455	8
REACTANCIA	Material	1985,6387	3,82921	8

### ANEXO III: CALCULOS LUMINARIA ALHAMA

ELECTRONICA	Material	2813,8915	8,48471	8
FLUORESCENTE_T5	Material	311,8836	2,25017	8
TAPONESTANCO	Proceso	0,66198	0,00797	7
CLIPALHAMAPLAS	Proceso	5,29584	0,06373	7
DIFUSOROLEVEON_PMMA	Proceso	62,11582	0,74746	7
CLIPBANDEJA	Proceso	2,86858	0,03452	7
DIFUSOROLEVEON_PC	Proceso	62,11582	0,74746	7
DIFUSOROLEVEON_SAN	Proceso	62,11582	0,74746	7
SOPORTECLIP	Proceso	1,32396	0,01593	7
JUNTATORICA	Proceso	0,0662	0,0008	7
JUNTA_PU	Proceso	9,46321	0,11405	8
CARCASAALHAMA	Proceso	71,71454	0,86297	7
BANDEJAMETALICA	Proceso	45,74787	0,49971	6

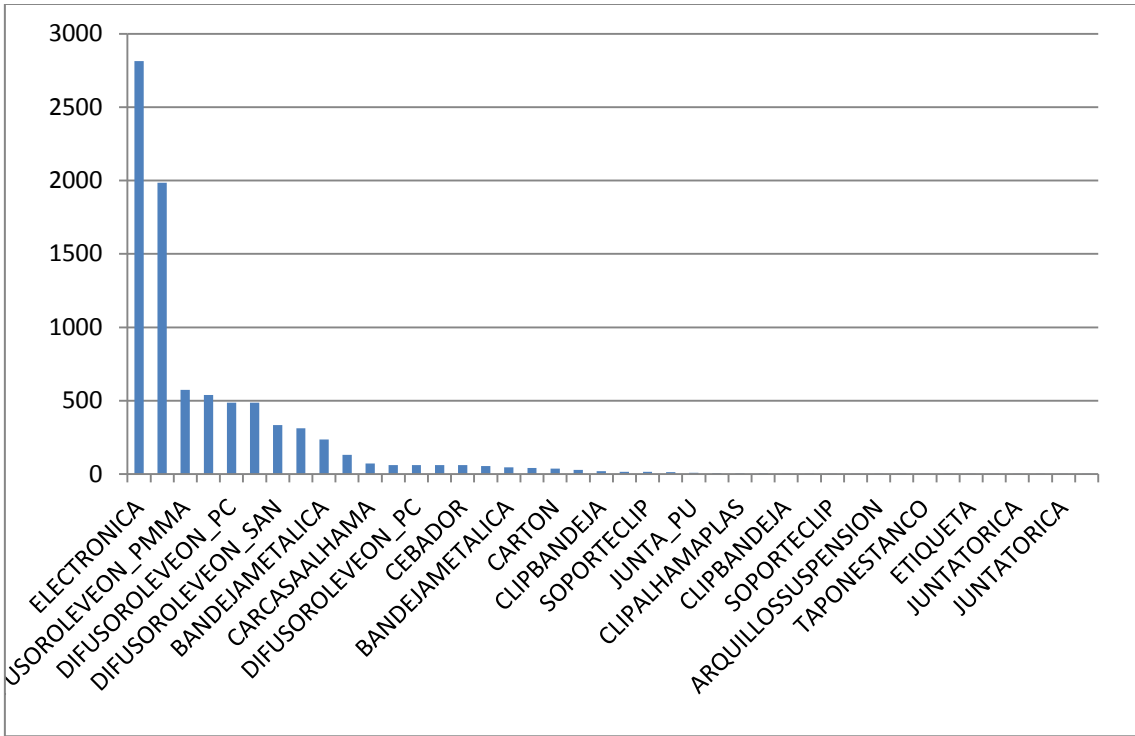
Se puede apreciar la alta fiabilidad del estudio, ya que el 99% del impacto analizado tiene su base en la base de datos Ecoinvent v2.2, cuyo reconocimiento no hace falta demostrar, o en datos mejorados sobre Ecoinvent v2.2



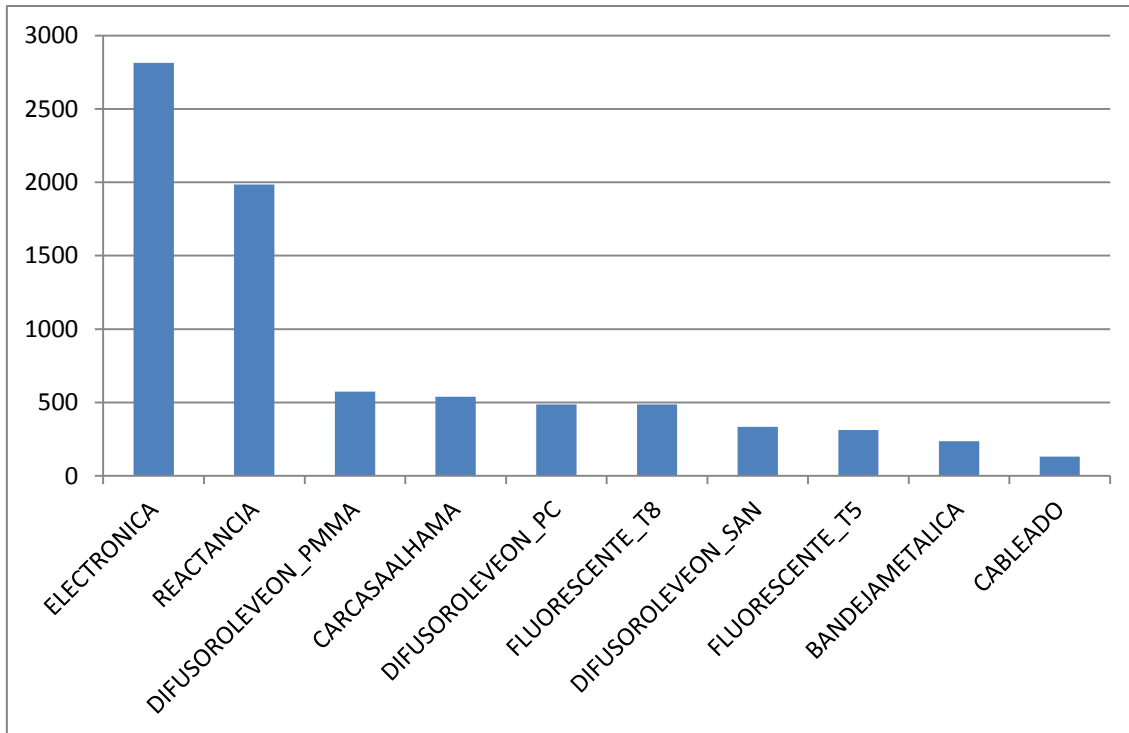


3.7.- Conclusiones

En los resultados se puede observar que los elementos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, la electrónica, la reactancia, el difusor, la carcasa y la bandeja metálica. A continuación se muestra la tabla donde se registran los impactos por componente de la luminaria.



En la siguiente gráfica se representan solo los componentes que más impactan:



Se puede ver cómo la electrónica es el componente más contaminante debido a la gran cantidad de elementos tóxicos de los que pueden estar hechos (algunos de los componentes están hechos de cromo, cadmio, mercurio, berilio, níquel, zinc, etc.). En la versión de electrificado electrónico, el impacto de este elemento es muy significativo ya que representa más del 60% de impacto del conjunto total.

Las reactancias también presentan un impacto muy alto. Estas presentan un alto contenido en cobre y en otros materiales muy impactantes entre los que cabe destacar el acero al silicio (sobre el que se bobina el cobre).

A pesar de que todos los componentes mencionados anteriormente son los que más impactan medioambientalmente, también es importante decir, que muchos de ellos son inevitables en la luminaria para cumplir su función de cara al diseño mecánico.

Así pues, el diseñador mecánico solo podrá influir en elementos mecánicos (valga la redundancia) y no se plantea en este trabajo analizar cómo podría disminuir el impacto medioambiental del conjunto influyendo sobre los elementos eléctricos y/o electrónicos.



## ANEXO IV: CÁLCULOS LUMINARIA NEXTREMA



<b>4.- LUMINARIA NEXTREMA .....</b>	<b>227</b>
4.1.- DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO .....	227
4.2.- INVENTARIO (ÁRBOL, PESOS, Nº DE UNIDADES, MATERIALES Y PROCESOS) .....	227
4.3.- ANÁLISIS FUNCIONAL .....	232
4.4.- CÁLCULO CON EcoTOOL.....	243
4.5.- CALCULO CON SIMAPRO .....	245
4.6.- EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE LOS DATOS .....	245
4.7.- CONCLUSIONES .....	248



## 4.- LUMINARIA NEXTREMA

### 4.1.- Descripción del producto

La luminaria Nextrema es una luminaria estanca de diodos LED diseñada para ser instalada en techos y aplicaciones murales en locales húmedos y zonas exteriores cubiertas.

Consta de un difusor, fabricado en policarbonato, metacrilato o SAN que es resistente al impacto, transparente, con un interior y un exterior liso.

La carcasa está fabricada en aluminio inyectado y pintada de color gris. Esta, puede colgarse casi en cualquier lugar sin necesidad de herramientas. La conexión debe ser colocada a red por su frontal.



### 4.2.- Inventario (árbol, pesos, nº de unidades, materiales y procesos)

A continuación se muestra el árbol de inventario de la luminaria Nextrema. Los nombres en color "negro" son conjuntos o subconjuntos. Los nombres en color "azul" son conjuntos o subconjuntos.

Nivel 1	Nivel 2	Nivel 3	Nivel 4	Nivel 5
---------	---------	---------	---------	---------



## ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

NEXTREMA LED 4000NW ET CS			
embalaje			
		cartonembalajenextrema	
		proteccionenextrema	
		etiquetanextrema	
		instruccionesmontajenextrema	
		precintotransparente	
accesorios			
		bolsaacnnextremastucchi	
		conectorstucchi_v	
		muellefijacionalhama	
		arquillosuspension	
		bolsaplasticostucchi	
		celoparamazos	
		bolsaaccantirrobo	
		bolsa90x250	
		celoparamazos(1)	
		antirrobonextrema	
pantallacompleta			
		carcasaestanca	
		carcasacompleta	
		carcasanextrema	
		juntanextrema	
		componentesinteriores	
		arandelanextrema	
		tornillonextremam3x8	
		tornillonextrema4x10	
		difusornextrema	
		gatillos	
		tuercaconectornextrema	
		tornilloautorroscante	
		sistemadeiluminacion	
		tiraed	
		electronica	
		hilopvc0,5blanco	
		hilopvc0,5rojo	
		hilopvc0,5negro	
		conectorstucchi_a	
		cablenextrema+terminal	
		arandelaabanico	

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Nextrema con su número de unidades y el peso de cada una de ellas:

Elemento	Nº de piezas	Peso (gramos)
Cartonembalajenextrema	1	247
Proteccionesnextrema	2	16
Etiquetanextrema	1	2
Instruccionesmontajenextrema	1	5,95
Precintotransparente	5	2,5
Conectorstucchi_v	1	4,06
Muellefijacionalhama	2	19,8
Arquillosuspension	2	4
Bolsaplasticostucchi	1	2,12
Celoparamazos	1	1
Bolsa90x250	1	2,12
Celoparamazos(1)	1	1
Antirrobonextrema	2	19,8
Difusornextrema	1	277
Gatillos	8	28,56
Tuercaconectornextrema	1	1,65
Tornilloautorroscante	1	0,71
Carcasanextrema	1	1403
Juntanextrema	1	18
Arandelanextrema	22	32,12
Tornillonextremam3x8	3	3
Tornillonextrema4x10	22	35,2
Tiraled	2	66,2
Electronica	1	170
Hilopvc0.5blanco	2	5,06
Hilopvc0.5rojo	1	0,39
Hilopvc0.5negro	1	0,5
Conectorstucchi_a	1	6,67
Cablenextrema+terminal	0	0
Arandelaabanico	1	0,05
TOTAL	90	2375,46

## ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Nextrema con sus materiales:

ELEMENTO	MATERIAL	IMPACTO	CO2	End of Life	Total
CARTONEMBALAJE NEXTREMA	P2 Packaging, CB mixed fibre, single wall	32,0458	0,3926	1,9587	34,0034
PROTECCIONESNEXTREMA	P1 EPS	7,0816	0,0666	1,2502	8,3318
ETIQUETANEXTREMA	P2 Printed paper	1,152	0,0072	0,0158	1,1678
INSTRUCCIONES MONTAJENEXTREMA	P2 Printed paper	3,4273	0,0214	0,0469	3,4742
PRECINTOTRANSARENTE	P1 Packaging film , LDPE	0,8896	0,0078	-0,2486	0,6409
CONECTORSTUCCHI_V	E Stucchi Hembra with prefixed eol	15,9256	0,0295	0	15,9256
MUELLEFIJACIONALHAMA	P0 Stainless steel (chapa)	27,9026	0,0363	-23,2115	4,6911
ARQUILLOSUSPENSION	P0 stainless steel (alambre)	5,7478	0,0055	-4,6892	1,0586
BOLSAPLASTICOSTUCCHI	P1 PP Bag	0,7208	0,0063	-0,2125	0,5083
CELOPARAMAZOS	P1 Packaging film , LDPE	0,3558	0,0031	-0,0994	0,2564
BOLSA90X250	P1 PP Bag	0,7208	0,0063	-0,2125	0,5083
CELOPARAMAZOS(1)	P1 Packaging film , LDPE	0,3558	0,0031	-0,0994	0,2564
ANTIRROBONEXTREMA	P0 Stainless steel (chapa)	27,9026	0,0363	-23,2115	4,6911
DIFUSORNEXTREMA	M1 PC	171,8868	2,155	67,9536	270,7338
GATILLOS	P0 Stainless steel (chapa)	40,2473	0,0524	-33,4809	6,7664
TUERCACONECTOR NEXTREMA	M1 PA 6	1,0624	0,0154	0,4081	1,6911
TORNILLO AUTORROSCANTE	P0 Steel for galvanized screws	0,3441	0,0026	-0,044	0,3001
CARCANEXTREMA	P0 Injected Aluminium	1427,0334	4,6698	-991,6825	435,3501
JUNTANEXTREMA	M1 PU, flexible foam	9,337	0,0882	4,7869	23,5872
ARANDELANEXTREMA	M1 PBT, GF30	18,0457	0,2364	7,9404	29,6279
TORNILLONEXTREMAM3X8	P0 Steel for galvanized screws	1,4541	0,0112	-0,1858	1,2683
TORNILLONEXTREMA4X10	P0 Steel for galvanized screws	17,0618	0,131	-2,1796	14,8814
TIRALED	E Tira LED Nextrema 1 with prefixed eol	171,7652	0,8896	0	171,7652
ELECTRONICA	E Electronic THT with fixed eol	2811,1931	9,6212	0	2811,1937
HILOPVC0.5BLANCO	E 1 gram of PVC wire with prefixed eol	17,5282	0,0104	0	17,5282
HILOPVC0.5ROJO	E 1 gram of PVC wire with prefixed eol	1,351	0,0008	0	1,351
HILOPVC0.5NEGRO	E 1 gram of PVC wire with prefixed eol	1,732	0,001	0	1,732
CONECTORSTUCCHI_A	E Stucchi Macho	33,9489	0,0431	0	33,9489

## ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

	with prefixed eol				
CABLENEXTREMA +TERMINAL		0	0	0	0
ARANDELAABANICO	M0 Galvanized steel	0,0155	0,0001	-0,0031	0,0212

Como se ha explicado anteriormente, en la elaboración de la biblioteca para los proyectos de la empresa ZALUX se han definido "materiales" que ya llevan implícito los procesos que estos necesitan. Así pues, por ejemplo, el material "E Tira LED Nextrema

1 with prefixed eol" no es un material en sí, sino que es un material compuesto por su materia prima y sus procesos, con todos los datos de peso e impactos ya introducidos.

The screenshot shows the 'MATERIALS - Administrator' window. On the left is a list of materials, with 'E Tira LED Nextrema 1 with prefixed eol' selected. The main area displays the 'ENVIRONMENTAL IMPACT (mPt/gr)' as 2,5946373. Below this are radio buttons for 'Material' (selected), 'Recycling', 'Reuse', 'Land filling', 'Incineration', and 'Carbon footprint'. A 'TAGS' section shows values for Tag 1 through Tag 10. At the bottom, the 'ENVIRONMENTAL IMPACT CATEGORÍES (mPt/gr)' are listed: Minerals (0,00008748359), Ecotoxicity (0,00005187208), Fossil fuels (0), Resp. Organics (0,000005112828), and Acidification (0,00008237958).

Se muestra ahora una tabla indicando los elementos de la luminaria Nextrema con sus procesos:

PROCESO	Elemento	Dato	Unidad	CO2	IMPACTO
P Injection moulding	DIFUSORNEXTREMA	280	g	0,3717	30,8924
P Injection moulding	TUERCA CONECTOR NEXTREMA	2	g	0,0027	0,2207
O Curado del foaming, 17 min a 45°C	JUNTANEXTREMA	1	Unidad	0,1141	9,4632

#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

P Injection moulding	ARANDELANEXTREMA	1,5	g	0,002	0,1655
M Steel, average metal working	ARANDELAABANICO	0,05	g	0,0001	0,0088

### 4.3.- Análisis funcional

#### EMBALAJE - Cartón de embalaje

1 Pieza recortada y troquelada de cartón de medidas envolventes. Su función principal consiste en recoger en un solo cuerpo el producto con sus diferentes piezas para que su transporte sea más eficaz y cómodo.



#### EMBALAJE – Protecciones

Dos protecciones de poliestireno expandido que inmovilizan el conjunto dentro del embalaje.

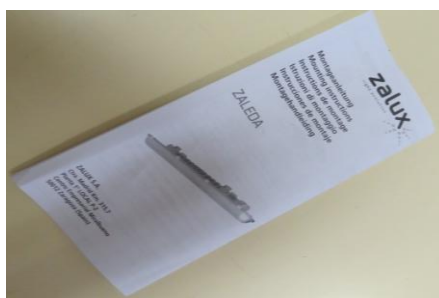


#### EMBALAJE – Etiqueta

1 Pegatina con marcado CE como tarjeta de identificación. Sirven para identificar el producto y hacer una pequeña descripción de tamaño, uso y calidad del producto.

#### EMBALAJE – Instrucciones

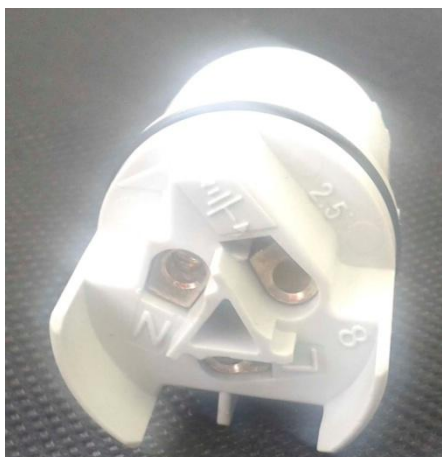
1 Pieza de papel impreso en la que se describe el modo para proceder al montaje del producto especificando además unas advertencias de uso, así como recomendaciones de protección.



#### EMBALAJE – Precinto transparente

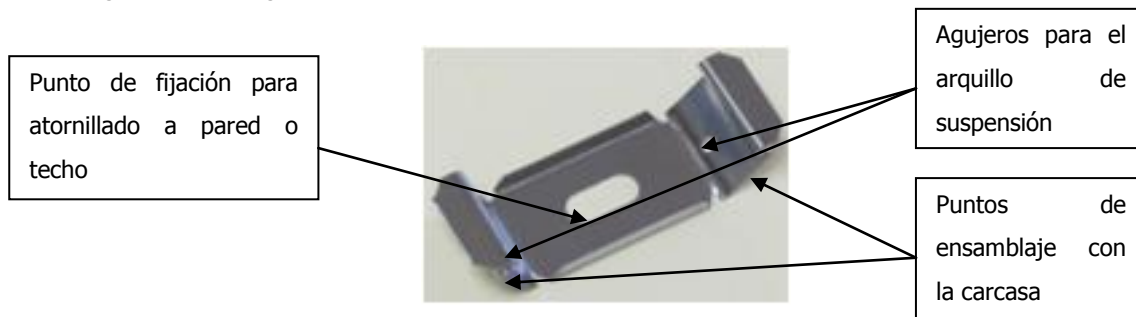
Tiras de cinta adhesiva cuyo uso está destinado al cierre del cartón de este mismo apartado.

#### ACCESORIOS – BOLSAACCNEXTREMASTUCCHI – Conector stucchi v



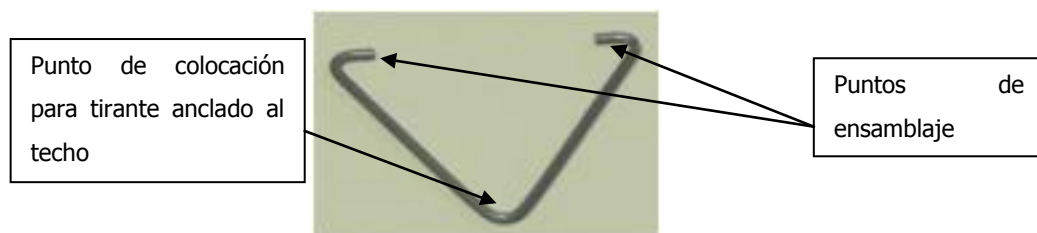
ACCESORIOS – BOLSAACCNEXTREMASTUCCHI – Muelles fijación

2 Piezas metálicas que sirve para el anclaje exterior de la luminaria mediante tornillería. Estas piezas irán ensambladas con la carcasa y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.



ACCESORIOS – BOLSAACCNEXTREMASTUCCHI – Arquillos suspensión

2 Piezas metálicas en forma de triángulo cuyo uso está destinado a una posible sujeción exterior de la luminaria mediante tirantes anclados a algún techo. Estas piezas irán ensambladas con la pieza nº4 y así formarían los herrajes de anclaje de la luminaria.



ACCESORIOS – BOLSAACCNEXTREMASTUCCHI – Bolsa plástico stucchi

1 Bolsa de plástico que sirve para contener todas las piezas sueltas de los elementos de conexión stucchi que tendrán un uso específico dentro de la luminaria.



ACCESORIOS – BOLSAACCNEXTREMASTUCCHI – Celoparamazos

1 Bolsa de plástico de medidas envolventes 90mm x 250mm. Sirve para contener todas las piezas sueltas del conjunto que tendrán un uso específico dentro de la luminaria.





#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

##### ACCESORIOS – BOLSAACCANTIRROBO – Bolsa 90x250

1 Bolsa de plástico de medidas envolventes 90mm x 250mm. Sirve para contener todas las piezas sueltas de los elementos destinados al antirrobo que tendrán un uso específico dentro de la luminaria.



##### ACCESORIOS – BOLSAACCANTIRROBO – Celoparamazos

Tira adhesiva para cerrar las bolsas y que no se escapen los elementos contenidos dentro de la bolsa.



ACCESORIOS – BOLSAACCANTIRROBO – Antirrobo Nextrema



PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – Difusor Nextrema

1 Pieza de plástico. Sirve para dispersar la luz que emiten los LED de forma uniforme a través de él. Esta se puede fabricar en Policarbonato (PC) y en Polimetacrilato (PMMA), aunque hay marcas que también lo fabrican en SAN.



PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – Gatillos

8 Unidades de pieza que sirven como clips de cierre de la luminaria. Su función principal es asegurar la unión entre la carcasa y el difusor para aislar del exterior el contenido interior de la luminaria.

#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA



PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – Tuerca conector Nextrema



PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – Tornillo autorroscante



PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Carcasa Nextrema

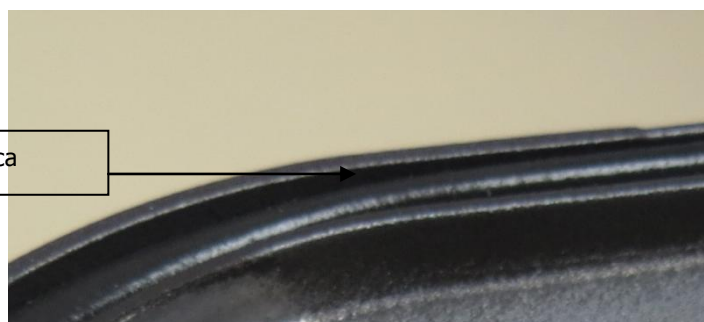
1 Pieza de aluminio que se ancla mediante las piezas antes descritas a un firme definido por el cliente. Su función es la de contener y sujetar todo el mecanismo además de disipar el calor dentro de la luminaria causado por las tiras LED. Es un elemento puramente mecánico que tiene una función estructural y disipadora.



Zona posterior de la carcasa en forma de radiador para disipar el calor

PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA – CARCASA COMPLETA – Junta Nextrema

Una ranura de la carcasa es rellena con material elastomérico. Esta junta será la junta en la que se colocará el difusor. Mediante los clips de cierre de la luminaria se asegurará una presión en la unión más o menos uniforme, creando así una junta estanca entre el mecanismo interior de la luminaria y el medio exterior.



Junta elastomérica

PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA –COMPONENTES INTERIORES – Arandela Nextrema



#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

##### PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA –COMPONENTES INTERIORES – Tornillo Nextrema



##### PANTALLA COMPLETA – CARCASA ESTANCA –COMPONENTES INTERIORES – Tornillo Nextrema 4x10



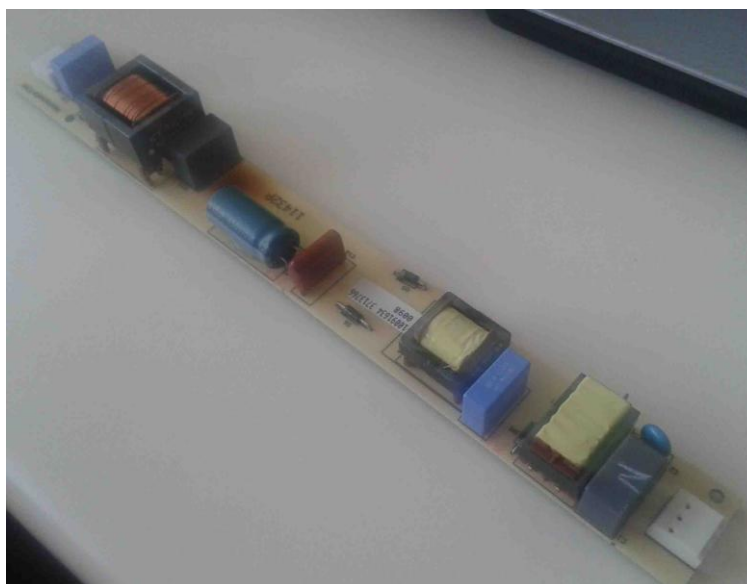
##### PANTALLA COMPLETA – SISTEMA DE ILUMINACIÓN – TiraLed

2 Tiras con diodos LED. Cada uno de estos LED es una pieza de un material semiconductor (normalmente carburo de silicio) de unos 3 milímetros, capaz de generar luz cuando se le aplica corriente. Sobre esta base de carburo de silicio se depositan en forma de vapores diferentes materiales, cuya mezcla es la que da el color y la calidad de la luz.



#### PANTALLA COMPLETA – SISTEMA DE ILUMINACIÓN – Electrónica

Conjunto de componentes electrónicos que tiene varios cables conectados que vienen de las tiras LED y de los puntos de luz. Sirve para transformar la electricidad que viene del punto de luz y hacerla llevar a la intensidad y voltaje adecuados para que los LED puedan funcionar. Los LED no se conectan directamente a la corriente como una bombilla incandescente, sino que requieren de una fuente de alimentación previa (o convertidor de tensión), por lo que el aprovechamiento real de la energía eléctrica de un LED depende también en gran medida de este convertidor. Una fuente de alimentación apropiada influye en la eficiencia y la estabilidad de la luminaria.



#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

PANTALLA COMPLETA – SISTEMA DE ILUMINACIÓN – Hilospvc0,5 (rojo, blanco, negro)



PANTALLA COMPLETA – SISTEMA DE ILUMINACIÓN – Conector stucchi a



PANTALLA COMPLETA – SISTEMA DE ILUMINACIÓN – Arandela Abanico**4.4.- Cálculo con EcoTOOL**

Se han calculado los resultados aplicando el Eco-Indicador 99 v2.09. Se ponderan todos los impactos ambientales en un solo valor, pudiendo tomar de referencia la medida de 100 Puntos, que son los que representan el impacto ambiental de un ciudadano europeo medio a lo largo de un año.

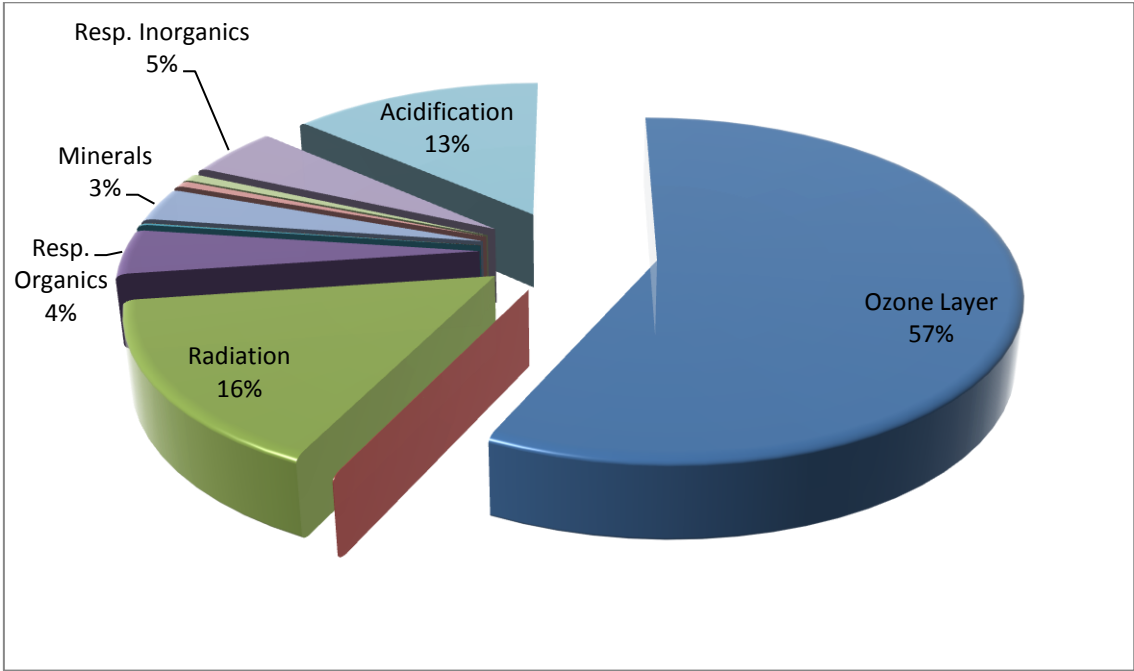
Aunque múltiples escenarios de fin de vida pueden ser realizados, para este trabajo solo se han realizado el escenario estándar. Los resultados obtenidos para la luminaria con el Eco-Indicador 99 v2.08 se presentan en las siguientes tablas.

ENVIRONMENTAL CATEGORIE	VALUE	UNIT
Ozone Layer	2,24643	Pt
Land Use	0,00107	Pt
Radiation	0,61357	Pt
Resp. Organics	0,16809	Pt
Climate change	0,00678	Pt
Ecotoxicity	0,00010	Pt
Minerals	0,12474	Pt
Carcinogens	0,02208	Pt
Fossil fuels	0,02744	Pt
Resp. Inorganics	0,18648	Pt
Acidification	0,53247	Pt

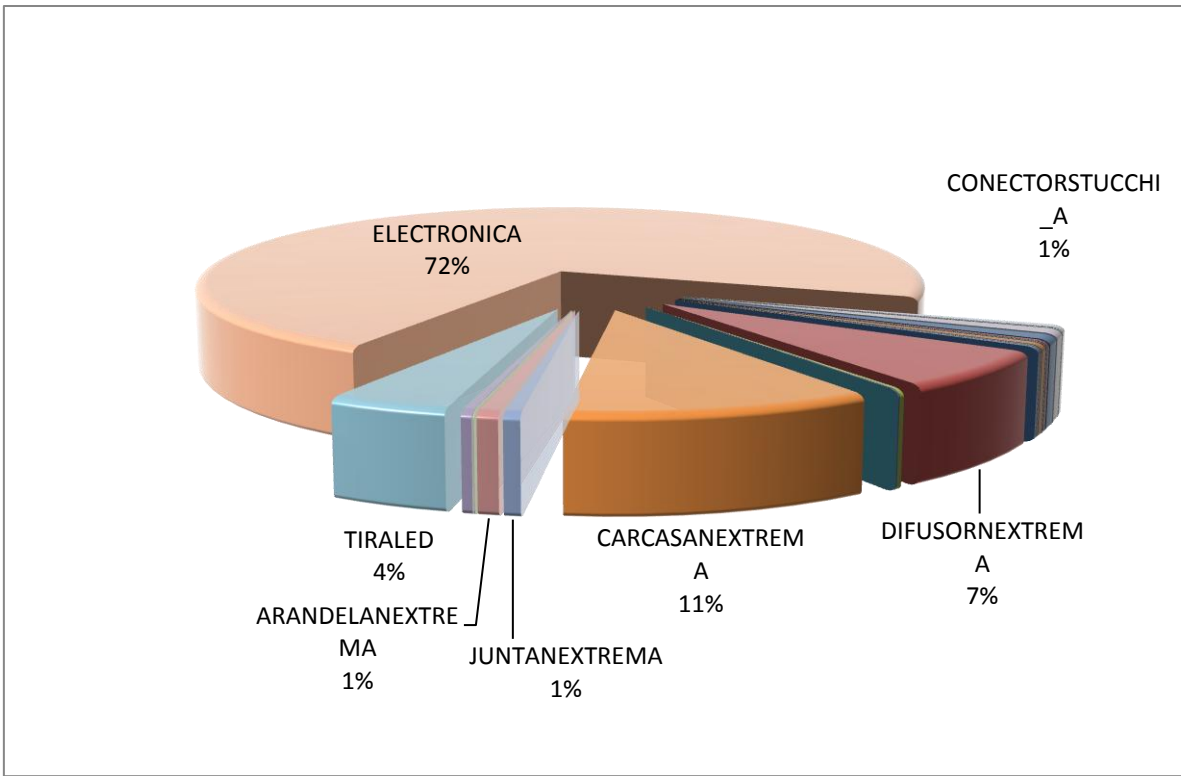


ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

ENVIRONMENTAL IMPACT	3897,26	mPt
KG eq CO2	19,08000	Kg



Que distribuido en componentes queda:



#### 4.5.- Calculo con Simapro

Se realiza el cálculo con el software Simapro como medida para comprobar los resultados con el software EcoTool.

Después de introducir todos los datos, los resultados son:

Impact category	Unit	Total
Total	Pt	4,0211972
Carcinogens	Pt	2,352716
Resp. organics	Pt	0,00108583
Resp. inorganics	Pt	0,60149865
Climate change	Pt	0,17022387
Radiation	Pt	0,00637016
Ozone layer	Pt	0,00010374
Ecotoxicity	Pt	0,11728833
Acidification	Pt	0,02097035
Land use	Pt	0,02661384
Minerals	Pt	0,19095482
Fossil fuels	Pt	0,5333716

#### 4.6.- Evaluación de la calidad de los datos

Como se ha explicado anteriormente, en la evaluación de impacto medioambiental de cualquier producto, se trabaja con bases de datos. En nuestro caso trabajamos con la base de datos Ecoinvent v2.2, reconocida internacionalmente y de ámbito europeo.

Como en todas las bases de datos, esos datos tienen una fuente más o menos fiable, por lo que la calidad del dato que esa base nos reporta puede ser mayor o menor.

Ecoinvent v2.2, al tener el reconocimiento que tiene, está dotada con una calidad de datos bastante alta, aunque todos proceden de datos promediados de empresas

#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

a nivel europeo, por lo que valoraremos los datos obtenidos de ella con una calificación de 7 en una puntuación del 1 al 10.

Pero este trabajo no solo se nutre de datos de Ecoinvent v2.2, sino que los pesos de cada uno de los componentes, la caracterización de los materiales, los procesos, etc., también son una importantísima fuente de datos que debemos valorar y tener en cuenta.

Así pues, todos los elementos en los que han influido mi percepción del proceso, material, descomposición en más elementos, procedencia, etc., han sido valorados al detalle con una puntuación de 6 o mayor, en una baremo del 1 al 10, en función de las aproximaciones realizadas.

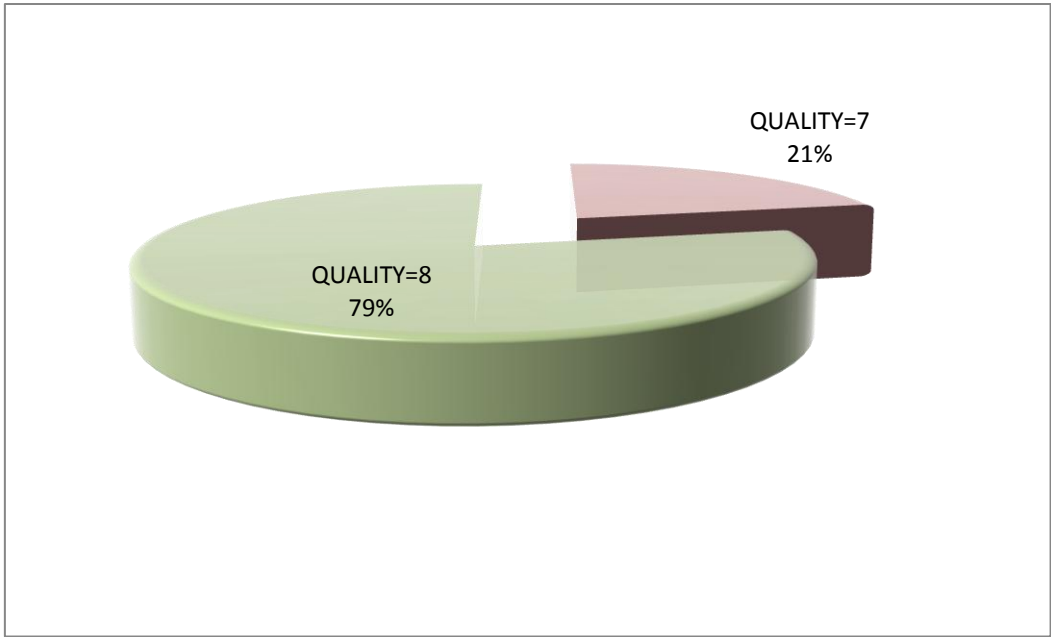
Como resultado de todo ello, en la siguiente tabla se puede ver el impacto y el CO2 causado por los materiales y por los procesos en cada uno de los elementos del conjunto. Además se puede ver la nota de calidad que tiene cada uno de estos valores.

NAME	IMPACT BY	IMPACT	CO2	QUALITY OF DATUM
CARTONEMBALAJENEXTREMA	Material	34,00449	0,39258	7
PROTECCIONESNEXTREMA	Material	8,33184	0,06657	7
ETIQUETANEXTREMA	Material	1,1678	0,00721	7
INSTRUCCIONESMONTAJENEXTREMA	Material	3,47421	0,02145	7
PRECINTOTRASPARENTE	Material	0,64098	0,00782	7
CONECTORSTUCCHI_V	Material	15,92555	0,02949	8
MUELLEFIJACIONALHAMA	Material	4,69102	0,03634	7
ARQUILLOSUSPENSION	Material	1,0586	0,00545	7
BOLSAPLASTICOSTUCCHI	Material	0,50835	0,00627	7
CELOPARAMAZOS	Material	0,25639	0,00313	7
BOLSA90X250	Material	0,50835	0,00627	7
CELOPARAMAZOS(1)	Material	0,25639	0,00313	7
ANTIRROBONEXTREMA	Material	4,69102	0,03634	7
DIFUSORNEXTREMA	Material	239,84045	2,15497	7

#### ANEXO IV: CALCULOS LUMINARIA NEXTREMA

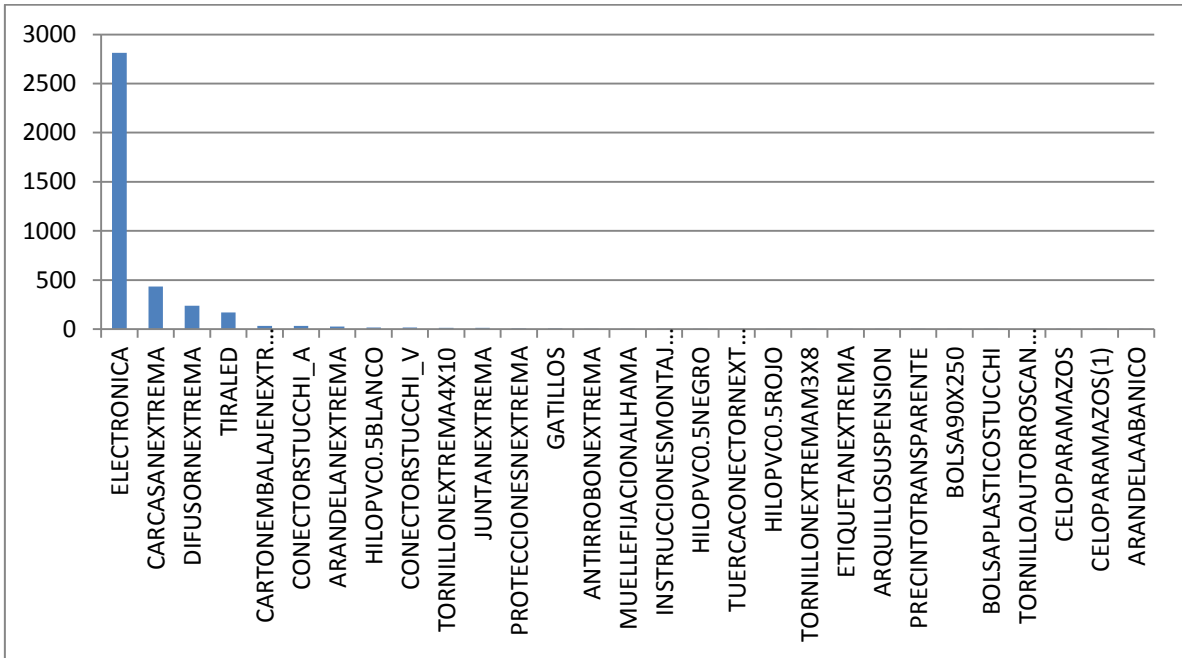
GATILLOS	Material	6,76644	0,05241	7
TUERCA CONECTOR NEXTREMA	Material	1,47051	0,01535	7
TORNILLO AUTORROSCANTE	Material	0,30018	0,00264	7
CARCA SANEXTREMA	Material	435,3509	4,66983	7
JUNTA NEXTREMA	Material	14,12388	0,08819	7
ARANDELA NEXTREMA	Material	25,98604	0,23645	7
TORNILLO NEXTREMA M3X8	Material	1,26837	0,01116	7
TORNILLO NEXTREMA 4X10	Material	14,88221	0,13099	7
TIRA LED	Material	171,76517	0,88963	8
ELECTRONICA	Material	2811,1931	9,62124	8
HILO PVC 0.5 BLANCO	Material	17,52819	0,01039	8
HILO PVC 0.5 ROJO	Material	1,35099	0,0008	8
HILO PVC 0.5 NEGRO	Material	1,73204	0,00103	8
CONECTOR STUCCHI_A	Material	33,9489	0,04308	8
ARANDELA ABANICO	Material	0,01236	0,0001	6
DIFUSOR NEXTREMA	Proceso	30,89242	0,37174	7
TUERCA CONECTOR NEXTREMA	Proceso	0,22066	0,00266	7
JUNTA NEXTREMA	Proceso	9,46321	0,11405	8
ARANDELA NEXTREMA	Proceso	3,64089	0,04381	7
ARANDELA ABANICO	Proceso	0,00878	0,00009	7

Se puede apreciar la alta fiabilidad del estudio, ya que el 99% del impacto analizado tiene su base en la base de datos Ecoinvent v2.2, cuyo reconocimiento no hace falta demostrar, o en datos mejorados sobre Ecoinvent v2.2

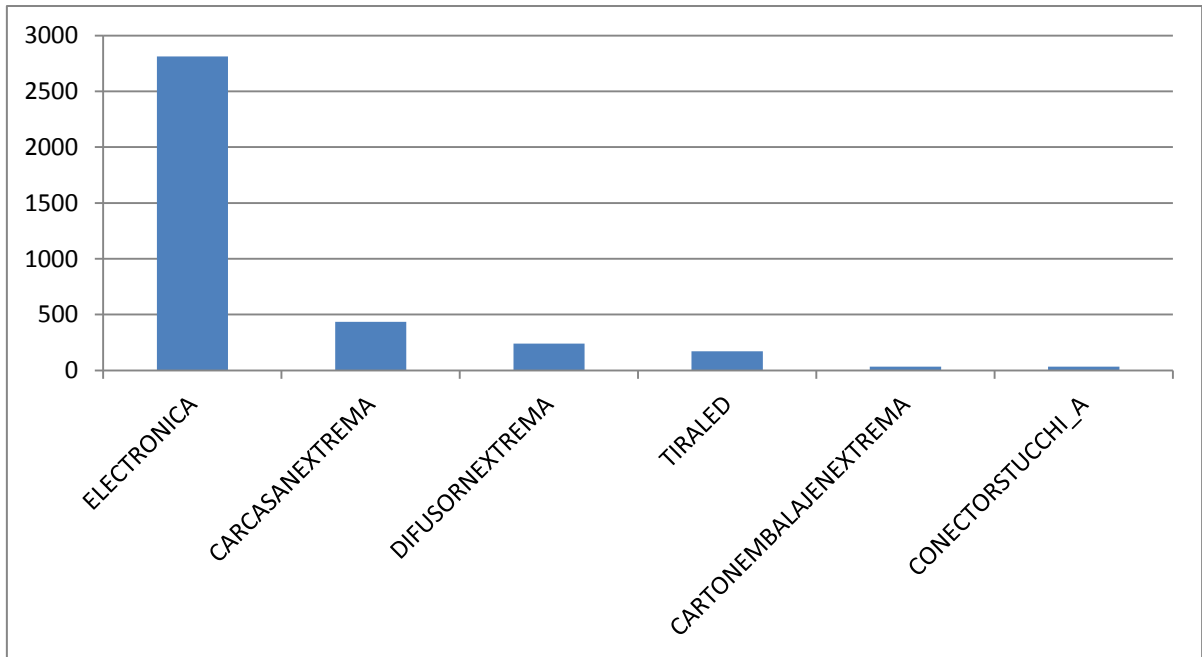


4.7.- Conclusiones

En los resultados se puede observar que los elementos que más impacto ambiental generan son, por orden de impacto, la electrónica, la reactancia, el difusor, la carcasa y la bandeja metálica. A continuación se muestra la tabla donde se registran los impactos por componente de la luminaria.



En la siguiente gráfica se representan solo los componentes que más impactan:



Se puede ver cómo la electrónica es el componente más contaminante debido a la gran cantidad de elementos tóxicos de los que pueden estar hechos (algunos de los componentes están hechos de cromo, cadmio, mercurio, berilio, níquel, zinc, etc.). En la versión de electrificado electrónico, el impacto de este elemento es muy significativo ya que representa más del 60% de impacto del conjunto total.

A pesar de que todos los componentes mencionados anteriormente son los que más impactan medioambientalmente, también es importante decir, que muchos de ellos son inevitables en la luminaria para cumplir su función de cara al diseño mecánico.

Así pues, el diseñador mecánico solo podrá influir en elementos mecánicos (valga la redundancia) y no se plantea en este trabajo analizar cómo podría disminuir el impacto medioambiental del conjunto influyendo sobre los elementos eléctricos y/o electrónicos.



## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO





<b>5.- OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO .....</b>	<b>255</b>
5.1.- CONSIDERACIÓN DE USO.....	255
5.2.- CONSIDERACIÓN DE TRANSPORTE .....	269
5.3.- OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS.....	276
5.4.- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES.....	285



## 5.- OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

### 5.1.- CONSIDERACIÓN DE USO

Esta etapa se centra en el uso del producto por parte del consumidor. El producto diseñado y fabricado en el presente trabajo se considera un producto activo porque necesita recursos consumibles auxiliares para su empleo (energía eléctrica), a diferencia de los pasivos, que no necesitan ningún recurso consumible.

Como hemos repetido en cada capítulo de este trabajo, uno de los objetivos del diseñador es reducir el impacto de los productos a lo largo de su vida útil. Algunas acciones relacionadas con esta estrategia son:

- Minimizar la necesidad de consumibles auxiliares o que éstos sean reutilizables.
- Usar consumibles más eficaces/eficientes.
- Instalar dispositivos de ahorro energía.
- Optimizar el aislamiento del producto para evitar pérdidas energéticas.

Otro de los objetivos es satisfacer las necesidades del usuario durante un mayor periodo de tiempo, tanto a nivel técnico como estético, evitando la necesidad de reemplazar frecuentemente el producto.

Algunas acciones que se engloban dentro de esta estrategia son:

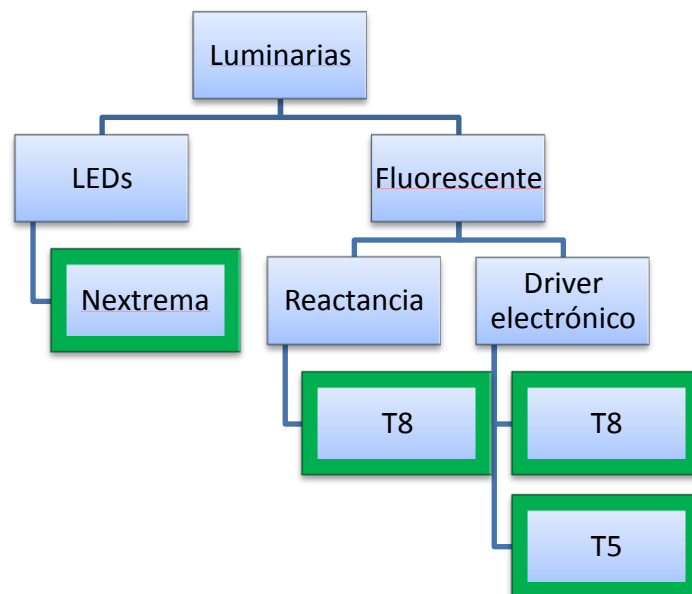
- Aumentar la durabilidad, por ejemplo mediante la eliminación de puntos débiles. O evitar la rotura o pérdida de propiedades de la luminaria antes de cumplir con la vida para la que se ha diseñado (50000 horas).
- Facilitar el mantenimiento y la reparación, proporcionando una buena información de las necesidades de mantenimiento, facilitando el acceso a piezas que puedan ser recambiadas o reparadas (Fluorescentes, cebadores, etc.).

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

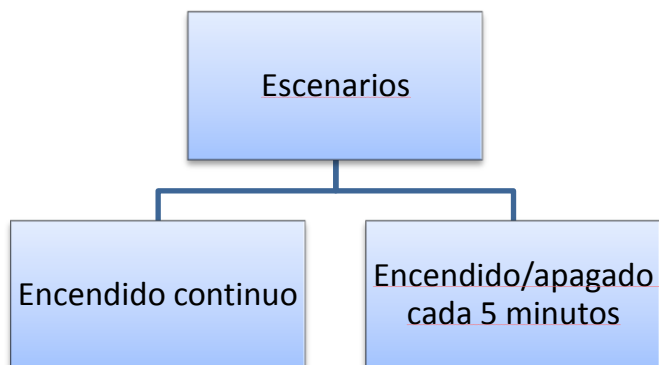
-Estructura modular, permitiendo que se pueda actualizar el producto a las distintas necesidades del usuario con el tiempo.

Para poder realizar todas estas acciones, es necesario saber cuál es el consumo de nuestro producto, y así poder tomar las decisiones oportunas en el diseño. Además, también resulta interesante desde el punto de vista del análisis de ciclo de vida del producto, saber cuál es el impacto medioambiental de cada uno de sus procesos, no solo de fabricación, sino también de uso, ya que, como decíamos en la definición de ACV, debemos analizar las entradas y salidas al sistema, desde que nace hasta que muere. Como complemento a este trabajo se han medido los consumos de las luminarias estudiadas para estudiar el impacto de dicho consumo.

Las luminarias en las que se han estudiado los impactos son:



Se han estudiado dos escenarios posibles de uso:



Se muestran a continuación los resultados:

NEXTREMA-LEDs					
	Encendida	Amperios	Vatios	Consumo	Consumo según fabricante
Encendido-apagado	5 min	0,25	59,4	59,4	55
	5 min	apagado			
	5 min	0,25	59,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,25	59,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,25	59,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,249	59,5		
	5 min	apagado			
	5 min	0,24	59,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,252	59,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,25	59,3		
	5 min	apagado			
	5 min	0,25	58,6		
	5 min	apagado			
Encendido continuo	45 min	0,24833333	58,9	58,9	

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

Driver electrónico T8 – Oleveon 236					
	Encendida	Amperios	Vatios	Consumo	Consumo según fabricante
Encendido-apagado	5 min	0,266	63,3	64,2	72
	5 min	apagado			
	5 min	0,276	65,8		
		0,267	62,5		
	5 min	apagado			
	5 min	0,276	65,6		
		0,262	63		
	5 min	apagado			
	5 min	0,271	65,3		
		0,266	63,2		
	5 min	apagado			
	5 min	0,271	65,3		
		0,261	63		
	5 min	apagado			
	5 min	0,273	66,4		
		0,264	62,8		
	5 min	apagado			
	5 min	0,273	64,6		
Encendido continuo	45 min	0,268	63,8	59,9	

Reactancia T5 – Oleveon 228					
	Encendida	Amperios	Vatios	Consumo	Consumo según fabricante
Encendido-apagado	5 min	0,256	60,1	61	56
	5 min	apagado			
	5 min	0,256	60,3		
	5 min	apagado			
	5 min	0,254	61,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,258	61,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,259	61,2		
	5 min	apagado			
	5 min	0,26	61,2		
	5 min	apagado			
	5 min	0,26	61,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,259	61,2		
	5 min	apagado			
	5 min	0,26	61,2		
	5 min	apagado			

# ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

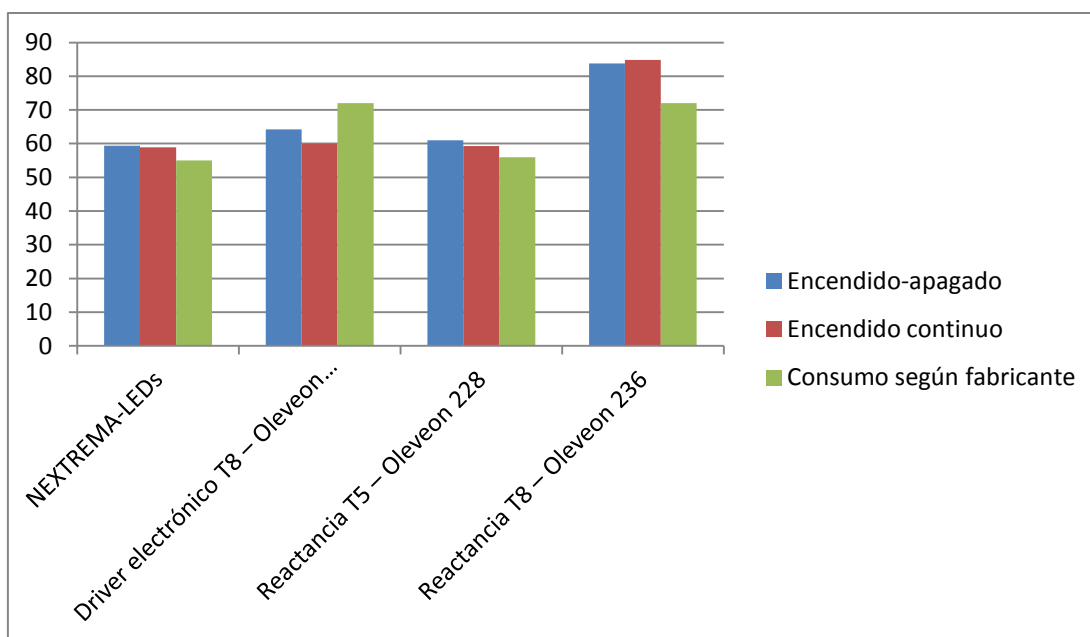
Encendido continuo	45 min	0,243	59,3	59,3	
--------------------	--------	-------	------	------	--

Reactancia T8 – Oleveon 236					
	Encendida	Amperios	Vatios	Consumo	Consumo según fabricante
Encendido-apagado	5 min	0,365	84,8	83,8	72
	5 min	apagado			
	5 min	0,365	84,8		
	5 min	apagado			
	5 min	0,364	84,5		
	5 min	apagado			
	5 min	0,362	83,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,362	83,4		
	5 min	apagado			
	5 min	0,363	83,5		
	5 min	apagado			
	5 min	0,363	83		
	5 min	apagado			
	5 min	0,363	83,1		
	5 min	apagado			
	5 min	0,363	83,3		
	5 min	apagado			
Encendido continuo	45 min	0,36766667	84,83333333	84,8	

Si graficamos los resultados se puede ver un resumen más generalizado de estos:



## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO



Mirando la gráfica y analizando los resultados podemos decir que el tipo de uso que se le dé a las luminarias influirá en su consumo energético, ya que en todas ellas la barra azul de la roja difiere de la azul hasta en un 10,71% (Driver electrónico T8 – Oleveon 236). Además cabe destacar que las condiciones de medida del fabricante difieren seguro de las nuestras, porque llega a haber hasta un 12% de diferencia (Driver electrónico T8 – Oleveon 236).

Una vez medido cuál es el consumo de cada uno de los tipos de luminarias antes definidas, es momento de realizar los cálculos de impacto de estos consumos. Para ello cabe destacar que el cálculo del impacto ha de hacerse a lo largo de toda la vida útil de la luminaria que supondremos serán 50000 horas de uso.

También es importante definir el tipo de MIX al que sometemos este consumo.

La expresión MIX energético alude a la combinación de las diferentes fuentes de energía que cubren el suministro eléctrico de una zona. Es importante este dato ya que no es lo mismo que la energía sea producida

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

con energías renovables que con energías nucleares, energías de centrales térmicas, hidroeléctricas, etc.

El fabricante nos ha aportado la información sobre el MIX más común en cada una de las luminarias, pudiendo hacer un análisis con dos escenarios posibles. El primero sería con un MIX GENÉRICO que sería una media ponderada de todos los mix energéticos de los países en los que vende el fabricante luminarias estancas, y un MIX por MODELO, que sería la media de los mix empleados mundialmente de cada uno de los modelos de luminarias estancas definidas en este trabajo.

El impacto de cada uno de los MIX ha sido obtenido de la base de datos de EcolInvent siendo:

IMPACTO POR KWH			
	ECOI99 PT	CO2 KG	ECOI 99 MPT
1 kWH MIX GENERICO VENTAS	0,033199301	0,44368811	33,199301
1 kWH MIX OLEVEON	0,032914231	0,43831891	32,914231
1 kWH MIX NEXTREMA	0,034290827	0,53879098	34,290827

Name		Amount		
MIX NEXTREMA RAFA FINAL		1		
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name		Amount	Unit	Distrib
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name		Sub-compartment	Amount	
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (materials/fuels)				
Name		Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (electricity/heat)				
Name		Amount	Unit	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/DE U perdidas		0,69423	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/ES U perdidas		0,10001	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/FR U perdidas		0,18282	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/BE U perdidas		0,0061374	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/RU U perdidas		0,0040245	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/IT U perdidas		0,0054331	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/NO U perdidas		0,0073448	kWh	

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name		Amount		
MIX OLEALHAMANEXTREMA FINAL RAFA		1		
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name		Amount	Unit	Distribu
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name		Sub-compartment	Amount	
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (materials/fuels)				
Name		Amount	Unit	Distribution
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (electricity/heat)				
Name		Amount	Unit	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/DE U perdidas		0,41193	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/ES U perdidas		0,24544	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/FR U perdidas		0,30528	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/GB U perdidas		0,0037971	kWh	
Electricity, low voltage, at grid/LU U		0,015307	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/NL U perdidas		0,0025447	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/BE U perdidas		0,0065699	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/IT U perdidas		0,00022312	kWh	
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/PT U perdidas		0,0089796	kWh	

Name		Amount
MIX OLEVEON RAFA FINAL		1
(Insert line here)		
Known outputs to technosphere. Avoided products		
Name	Amount	Unit
(Insert line here)		
Inputs		
Known inputs from nature (resources)		
Name	Sub-compartment	Amount
(Insert line here)		
Known inputs from technosphere (materials/fuels)		
Name	Amount	Unit
(Insert line here)		
Known inputs from technosphere (electricity/heat)		
Name	Amount	Unit
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/DE U perdidas	0,41823	kWh
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/ES U perdidas	0,25824	kWh
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/FR U perdidas	0,31581	kWh
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/GB U perdidas	0,0034581	kWh
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/NL U perdidas	0,0023393	kWh
ESU 2008 Electricity, low voltage, at grid/PT U perdidas	0,0016273	kWh

Obteniendo los siguientes resultados de impacto por cada tipo de MIX:

Impact category	Unit	MIX NEXTREMA	MIX GENÉRICO	MIX OLEVEON
	kg CO2 eq	0,53879098	0,44368811	0,4383189

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

Aplicando los impactos de cada uno de los MIX a cada uno de los escenarios de consumo y a cada uno de las luminarias:

MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX GENERICO ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX GENERICO CO2 KG
NEXTREMA	CATALOGO	55	50000	2750	91,29	1220,14
	REAL DISCONTINUO	59,4	50000	2970	98,60	1317,75
	REAL CONTINUO	58,9	50000	2945	97,77	1306,66
OLE 228 T5 ELECTRONICO	CATALOGO	56	50000	2800	92,95	1242,32
	REAL DISCONTINUO	61	50000	3050	101,25	1353,24
	REAL CONTINUO	59,3	50000	2965	98,43	1315,53
OLE 236 T8 ELECTRONICO	CATALOGO	72	50000	3600	119,51	1597,27
	REAL DISCONTINUO	64,2	50000	3210	106,56	1424,23
	REAL CONTINUO	59,9	50000	2995	99,43	1328,84
OLE 236 T8 MAGNETICO	CATALOGO	72	50000	3600	119,51	1597,27
	REAL DISCONTINUO	83,8	50000	4190	139,10	1859,05
	REAL CONTINUO	84,8	50000	4240	140,76	1881,23

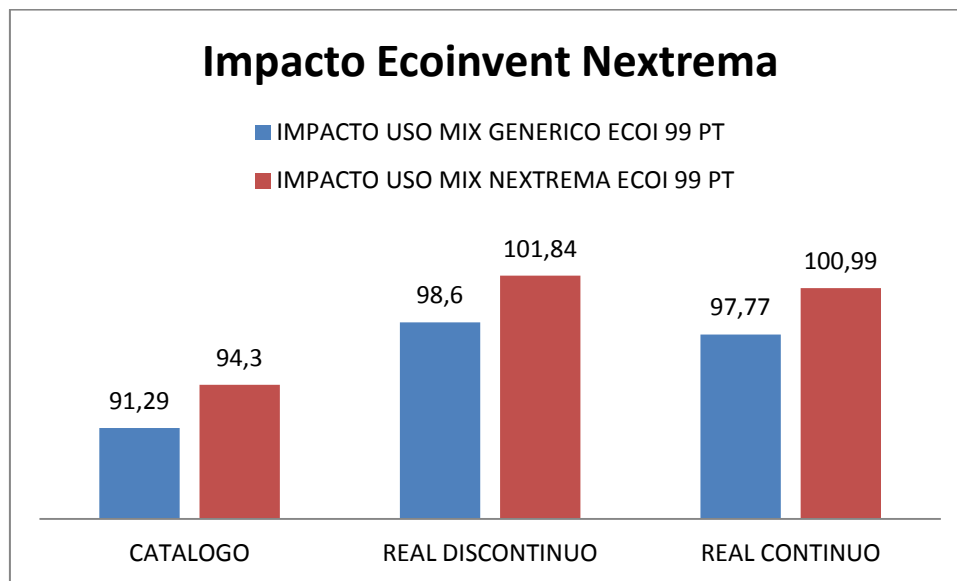
MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX NEXTREMA ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX NEXTREMA CO2 KG
NEXTREMA	CATALOGO	55	50000	2750	94,30	1481,68
	REAL DISCONTINUO	59,4	50000	2970	101,84	1600,21
	REAL CONTINUO	58,9	50000	2945	100,99	1586,74

MODELO	Tipo de medición	POTENCIA (W)	TIEMPO TOTAL DE USO (HORAS)	CONSUMO (KWH)	IMPACTO USO MIX OLEVEON ECOI 99 PT	IMPACTO USO MIX OLEVEON CO2 KG
--------	------------------	--------------	-----------------------------	---------------	------------------------------------	--------------------------------

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

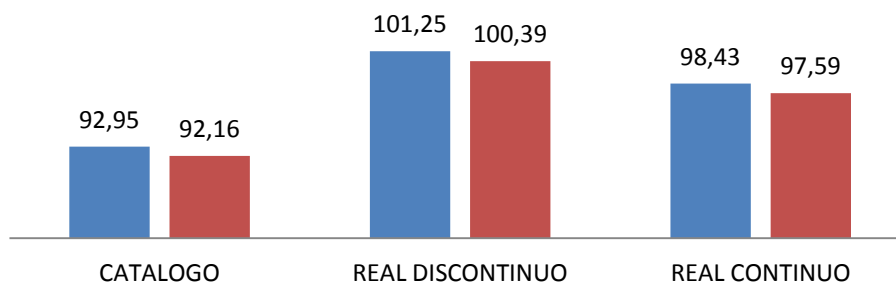
OLE 228 T5 ELECTRONICO	CATALOGO	56	50000	2800	92,16	1227,29
	REAL DISCONTINUO	61	50000	3050	100,39	1336,87
	REAL CONTINUO	59,3	50000	2965	97,59	1299,62
OLE 236 T8 ELECTRONICO	CATALOGO	72	50000	3600	118,49	1577,95
	REAL DISCONTINUO	64,2	50000	3210	105,65	1407,00
	REAL CONTINUO	59,9	50000	2995	98,58	1312,77
OLE 236 T8 MAGNETICO	CATALOGO	72	50000	3600	118,49	1577,95
	REAL DISCONTINUO	83,8	50000	4190	137,91	1836,56
	REAL CONTINUO	84,8	50000	4240	139,56	1858,47

Los resultados de los impactos se pueden representar gráficamente para poderlos comparar de forma más visual:



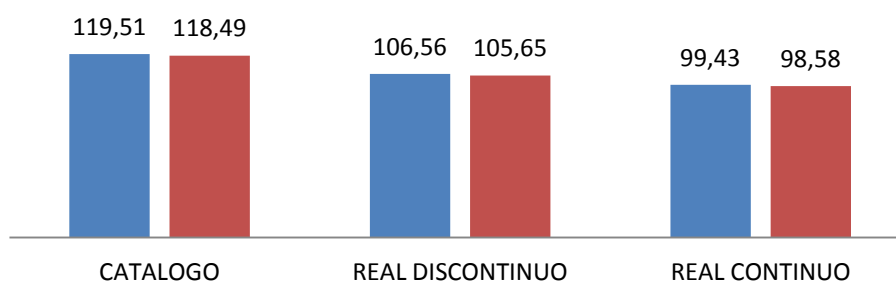
### Impacto Ecoinvent OLE 228 T5 Electrónico

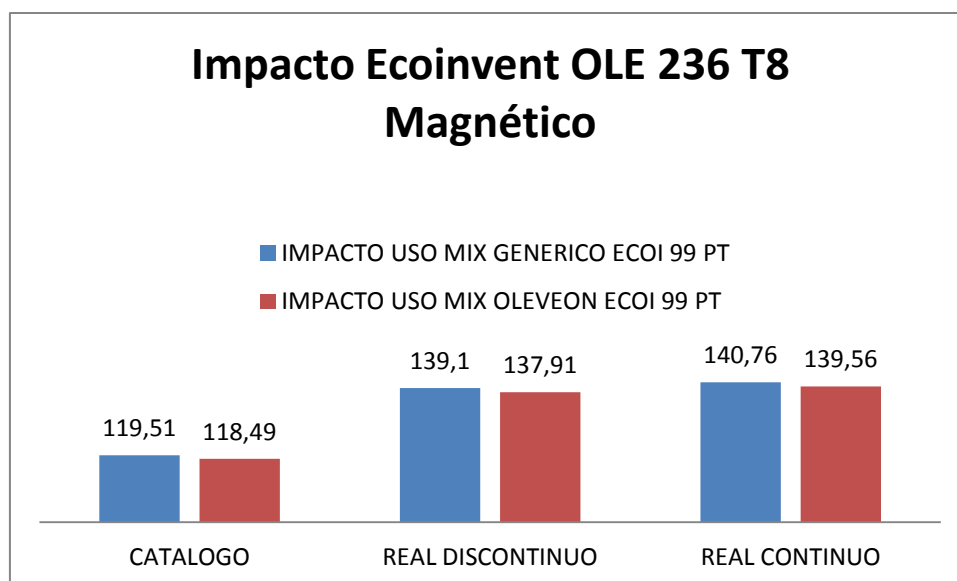
■ IMPACTO USO MIX GENERICO ECOI 99 PT  
■ IMPACTO USO MIX OLEVEON ECOI 99 PT



### Impacto Ecoinvent OLE 236 T8 Electrónico

■ IMPACTO USO MIX GENERICO ECOI 99 PT  
■ IMPACTO USO MIX OLEVEON ECOI 99 PT

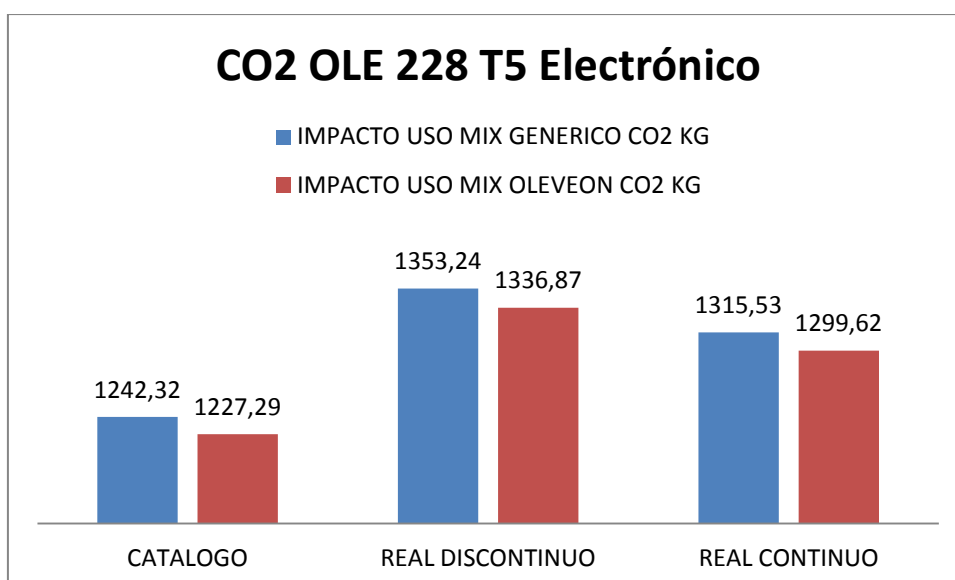
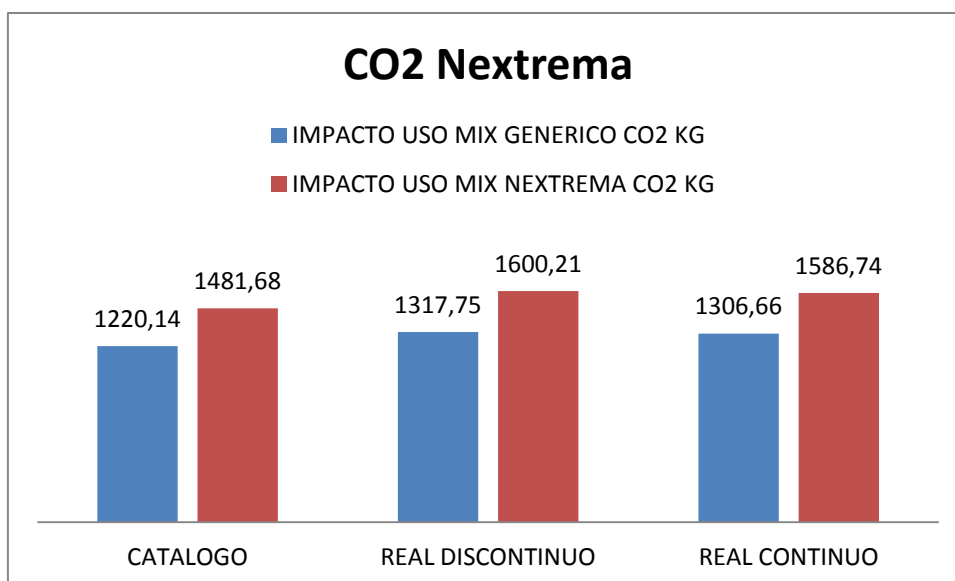




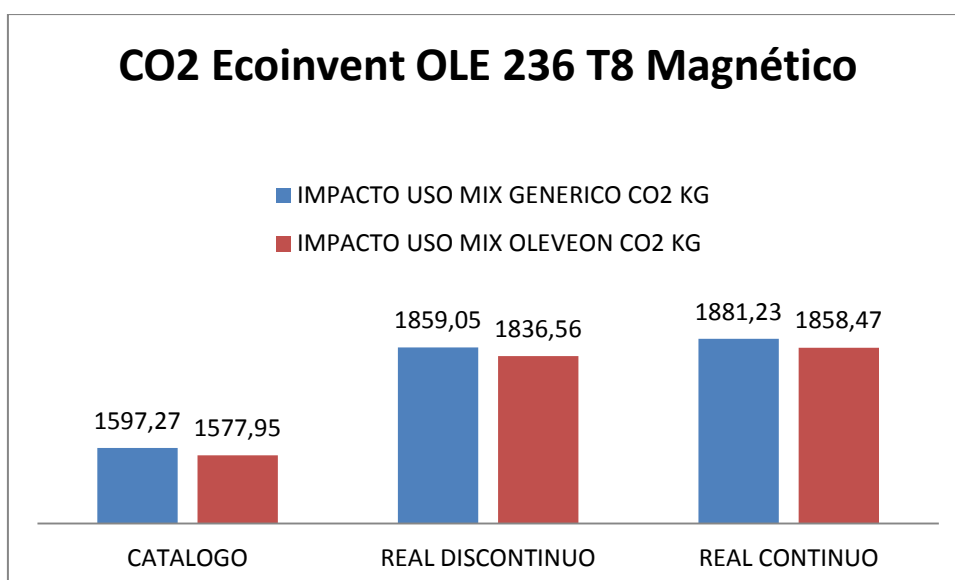
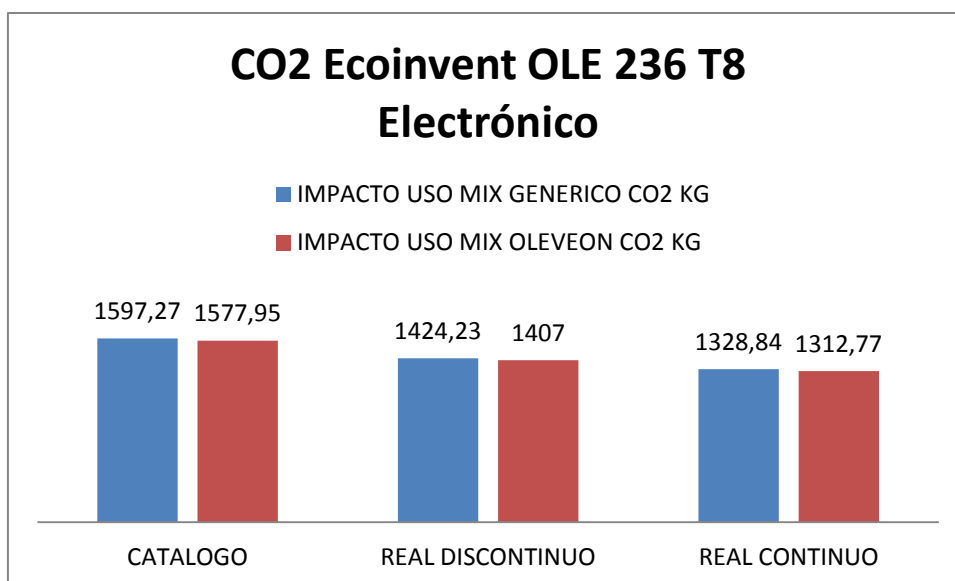
Como se ha comentado anteriormente es importante medir bien el consumo de cada una de las luminarias ya que el impacto que tiene el uso de ella depende mucho de la eficiencia de la misma.

Por otro lado, se puede apreciar que el MIX eléctrico no tiene mucha influencia en los resultados, excepto en el caso del modelo de LEDs Nextrema, ya que el MIX promedio de su modelo es muy impactante. Queda fuera de este trabajo el analizar el por qué de este fenómeno, pero podría tener que ver con la cantidad de ventas de un producto y otro a países diferentes. A su vez, estos países pueden usar MIX energéticos más o menos perjudiciales para el medioambiente. La razón por la que creo que se debe a esto es porque el mix francés impacta muy poco, y además porque el modelo de luminaria LED Nextrema se vende bastante menos que el resto de las luminarias estancas.

El mismo efecto se produce en las huellas de carbono calculadas.







Como en la evaluación del impacto según puntos de Ecoinvent, se puede apreciar que el MIX eléctrico no tiene mucha influencia en los resultados, excepto en el caso del modelo de LEDs Nextrema, ya que el MIX promedio de su modelo es muy impactante. Como se ha dicho anteriormente, queda fuera de este trabajo el analizar el por qué de este fenómeno, pero se puede intuir que el MIX eléctrico tiene poca influencia porque la distribución de ventas entre modelos es bastante estable excepto en el modelo Nextrema que es mucho más centrada en Alemania debido a su alto coste.

Aunque la evaluación del impacto ambiental que tiene el consumo eléctrico no es muy relevante, es importante destacar que esta evaluación se ha realizado con MIX reales del productos, en lugar de usar el MIX español o un promedio europeo o mundial basado en la población, y no en la ventas.

### **5.2.- CONSIDERACIÓN DE TRANSPORTE**

La etapa de transporte hace referencia a todo lo relacionado con el movimiento del producto o de alguno de sus elementos a lo largo del Ciclo de Vida, incluyendo el transporte de las materias primas hasta el centro de transformación, así como el del producto acabado hasta el usuario final.

Se ha de tener en cuenta el tipo de transporte, la logística y el envase y/o embalaje del producto. Estos últimos habrán de considerarse con su propio Ciclo de Vida. El campo de acción del diseñador en las actuaciones referidas a esta etapa es escaso, debido a la globalización actual de los bienes de consumo; su contribución principalmente se centrará en la mejora de los envases y embalajes asociados al producto. El objetivo de la estrategia es transportar/distribuir los productos de la manera más eficiente posible. Algunas de las acciones encaminadas a la mejora del producto en esta estrategia son:

- Reducir el envase/embalaje; pensando en la reutilización, siempre que sea posible.
- Seleccionar sistemas de transporte eficientes. El transporte aéreo es el de mayor impacto ambiental.
- Diseñar un producto apilable, reduciendo así su volumen total en el transporte.

Para evaluar el proceso de transporte y distribución de nuestro producto se ha supuesto el uso de camiones de dimensiones medias (22 toneladas) para el transporte dentro de España. De forma similar, para la distribución internacional

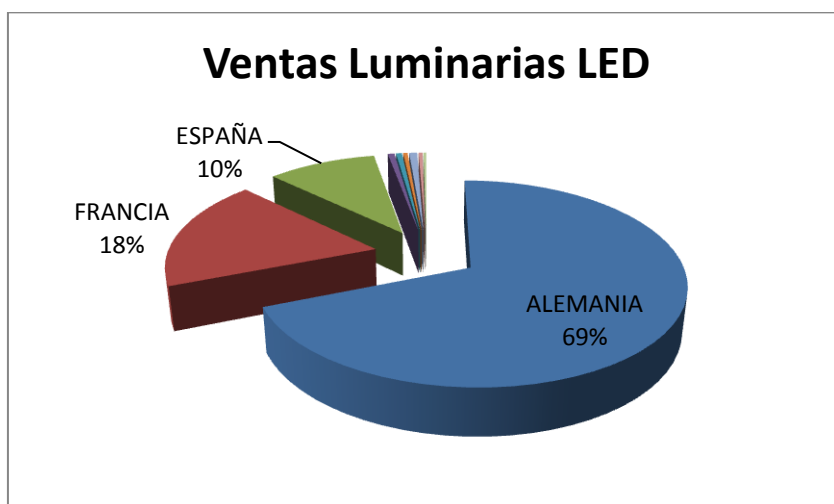
## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

por camión, se consideran camiones de 22 toneladas con normativa de emisiones EURO IV.

Para los modelos de luminarias consideradas en este trabajo hemos calculado la distribución al consumidor a nivel europeo. Para realizar los cálculos se han empleado las tres principales zonas de distribución a nivel europeo: Alemania, España y Francia.

Se ha realizado esta consideración ya que el número de ventas de luminarias estancas que hace el fabricante es mucho más relevante en estos países. Estas consideraciones se pueden apreciar en los siguientes gráficos.

TIPO	País	Total	% TOTAL
LED	Alemania	34.203	69,00%
	Francia	9.006	18,17%
	España	4.929	9,94%
	Bélgica	300	0,61%
	Italia	269	0,54%
	Rusia	200	0,40%
	Noruega	360	0,73%
	Qatar	179	0,36%
	Sudáfrica	125	0,25%
	TOTAL	49.571	100,00%

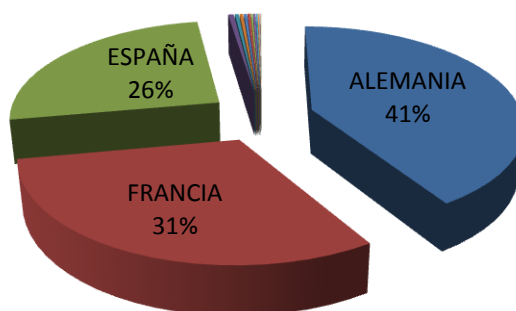


TIPO	País	Total	% TOTAL
OLEV	Alemania	462.433	41,12%
	Francia	348.832	31,02%

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

	España	285.516	25,39%
	Argentina	5.715	0,51%
	Reino unido	3.852	0,34%
	Israel	3.570	0,32%
	Chile	3.100	0,28%
	Holanda	2.607	0,23%
	Sudáfrica	1.828	0,16%
	Portugal	2.350	0,21%
	Gabón*	1.615	0,14%
	Dubai	1.112	0,10%
	Colombia	700	0,06%
	Venezuela	642	0,06%
	Australia	612	0,05%
	TOTAL	1.124.484	100,00%

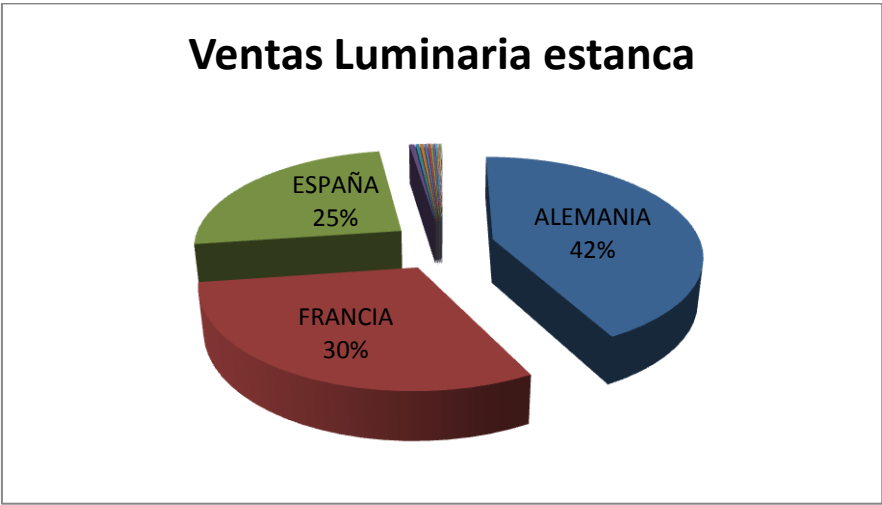
### Ventas Luminarias Oleveon-Alhama



TIPO	País	Total	% TOTAL
ESTANCA	Alemania	496.636	42,30%
	Francia	357.838	30,48%
	España	290.445	24,74%
	Argentina	5715	0,49%
	Reino unido	3852	0,33%
	Israel	3570	0,30%
	Chile	3100	0,26%
	Holanda	2607	0,22%
	Sudáfrica	1828	0,16%
	Portugal	2350	0,20%
	Gabón*	1615	0,14%

ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

	Dubai	1112	0,09%
	Colombia	700	0,06%
	Venezuela	642	0,05%
	Australia	612	0,05%
	Bélgica	300	0,03%
	Italia	269	0,02%
	Rusia	200	0,02%
	Noruega	360	0,03%
	Qatar	179	0,02%
	Sudáfrica	125	0,01%
	TOTAL	1.174.055	100,00%



Que reflejándolo en un mapa:

[illegible]

Es importante saber también la cantidad de productos que podremos transportar en cada unidad de transporte. No es lo mismo poder llevar el camión completo de producto, ya que este puede ser apilado y el volumen del camión al 100% no supere la carga máxima de este, que tener que llevar el camión a menos del 100% de la carga porque sobrepasamos el peso máximo permitido.

273

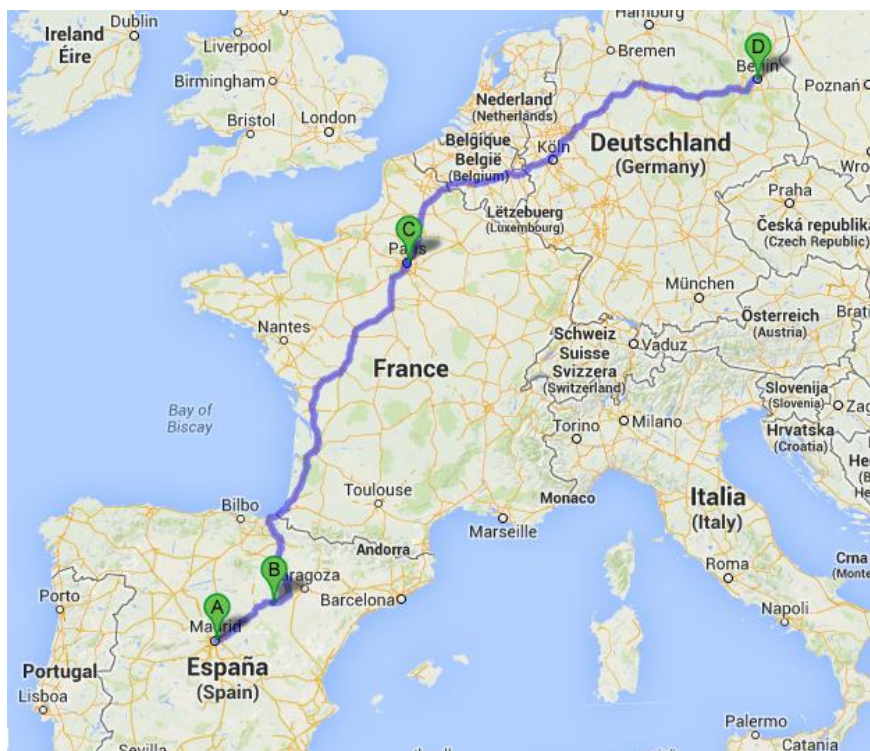
## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

MODELO	TIPO DE TRANSPORTE	UNIDADES POR PALET	PALETS POR CAMIÓN	FACTOR DE OCUPACIÓN	UNIDADES CAMION	PESO LUMINARIAS (gr)	CARGA DEL CAMIÓN (Tn)	CARGA MÁXIMA DEL CAMIÓN (Tn)
OLEVEON - ALHAMA	TRAILER ESTÁNDAR	105	30	100	3150	4078,75	12,85	22
	TRAILER ESTÁNDAR	54	60	100	3240		13,22	22
	CAMIÓN MULTILONA / CAMIÓN BODEGA	54	75	100	4050		16,52	22
NEXTREMA	CAMIÓN MULTILONA / CAMIÓN BODEGA	72	75	100	5400	2375,46	12,83	22
	TRAILER ESTÁNDAR	72	60	100	4320		10,26	22
	TRAILER ESTÁNDAR	72	60	100	4320		10,26	22

Por lo que se puede apreciar, los camiones podrán ir al 100% de ocupación sin que se sobrepase su peso máximo admitido.

Una vez analizado los países y los medios de transporte con los que serán destinadas las luminarias, debemos analizar los kilómetros que una luminaria media recorrerá hasta el punto de destino. Esta labor lleva consigo la recopilación de mucha información así como la aceptación de muchas suposiciones. En este trabajo contabilizaremos los kilómetros recorridos desde el punto de fabricación (Alhama de Aragón-Zaragoza) hasta los puntos de distribución de cada uno de los países (capitales). Pero si es verdad que faltaría contabilizar el recorrido desde estos centros de distribución hasta el punto de destino, incluyendo puntos de venta, tiendas al por mayor, por menor, etc.

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO



Así pues, la distancia media recorrida por las luminarias se puede representar en una tabla:

	CLIENTE	Unidades en camión	Distancia desde fábrica (km)	Uds vendidas al año	Nº de camiones al año	Kms por año	km promedio por luminaria	km promedio por luminaria
Oleveon-Alhama	ESPAÑA	3150	207	285516	91	18837	0,065975	0,312801
	FRANCIA	3240	1135	348832	108	122580	0,351401	
	ALEMANIA	4050	2200	462433	115	253000	0,547106	
Nextrema	ALEMANIA	5400	2200	34203	7	15400	0,450252	
	FRANCIA	4320	1135	9006	3	3405	0,378081	
	ESPAÑA	4320	207	4929	2	414	0,083992	

Teniendo en cuenta la base de datos de Ecoinvent, los resultados de impacto promedio por luminaria (promedio entre tipos Nextrema y Oleveon-Alhama) es de:

	ECOI 99 (mpt)	CO2 Kg
Impacto por distribución	58.8	0.57203



Se puede apreciar su bajo impacto con respecto a los materiales y procesos, por lo que se puede despreciar.

### **5.3.- OPTIMIZACIÓN DE PROCESOS**

Otro de los objetivos del diseñador mecánico es conseguir fabricar cada uno de los elementos de un conjunto con los procesos de producción más eficientes tanto económicamente como medioambientalmente. A esto es lo que se conoce como Producción Limpia.

Algunas acciones relacionadas con esta estrategia son:

- Reducir el número de etapas productivas, por ejemplo eliminando la necesidad de un tratamiento superficial al producto.
- Optar por fuentes de energías renovables o más limpias en el procesado, reduciendo en la medida de lo posible el uso de combustibles fósiles.
- Elegir procesos de producción más eficientes, es decir, con menor producción de residuos, menos emisiones, mayor aprovechamiento de las materias primas, etc.
- Formar y concienciar al personal para realizar un uso energético responsable.
- Reintroducir los residuos de producción en el proceso productivo, es decir reciclar “in situ” los polímeros de producción.

Después de varias visitas a la planta de Alhama de Aragón, hemos comprobado que todas estas labores están realizadas.

Lo que sí que podemos hacer en este apartado es caracterizar de la manera más exacta posible los procesos reales que se utilizan para la fabricación en planta de cada uno de los componentes.

Se ha realizado esta labor debido a que aunque en la base de datos de Ecoinvent todos los procesos están perfectamente caracterizados, estos están caracterizados de forma generalizada para el mismo proceso en toda Europa. Es de suponer, que este dato está más que contrastado (debido al precio y la calidad de la base de datos) pero somos muy conscientes que no es lo mismo un proceso de inyección o de termoconformado en un país del norte de Europa, con unas temperaturas muy bajas, que en un país del sur de Europa, donde las temperaturas ambientales son mucho mayores. Es de suponer que el consumo eléctrico necesario para calentar la fábrica será menor en estos países.

Es por esta razón por la que se han caracterizado los procesos que intervienen en la fabricación de varios elementos de las luminarias. Concretamente se han elegido los procesos de inyección de Policarbonato para la fabricación de los difusores y el termoconformado para carcasas de SMC (Oleveon), ya que son los elementos, sin incluir los componentes eléctricos, que más impactan.

Así pues:

Fabricación del Difusor de Policarbonato: Fabricado en una máquina de inyección de plástico de 1000 Tn de fuerza de cierre.

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO



## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO







El consumo energético medido es de 1.0088 kWh/kg (Sin medir calefacción molde, ya que en la fábrica las calefacciones de todas las máquinas son alimentadas con la misma red, y fue imposible separar la calefacción de este proceso).

El consumo total del proceso =  $1.0088 * 1.15 = 1.1601$  kWh (Se ha incrementado el consumo un 15% para incluir el consumo de la calefacción del molde, basándonos en investigaciones previas y experiencia del grupo i+ del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza).

Los resultados son introducidos en el software "Simapro".

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

Known outputs to technosphere. Products and co-products		
Name	Amount	
Injection moulding/RER U MAQUINA ZALUX 1000 Ton PC 2X36 RAFA	1	
(Insert line here)		
Known outputs to technosphere. Avoided products		
Name	Amount	Unit
(Insert line here)		
Inputs		
Known inputs from nature (resources)		
Name	Sub-compartment	Amount
Water, cooling, unspecified natural origin/m3	in water	0,011
(Insert line here)		
Known inputs from technosphere (materials/fuels)		
Name	Amount	Unit
Lubricating oil, at plant/RER U	0,00303	kg
Solvents, organic, unspecified, at plant/GLO U	0	kg
Chemicals organic, at plant/GLO U	0	kg
Titanium dioxide, production mix, at plant/RER U	0	kg
Pigments, paper production, unspecified, at plant/RER U	0	kg
EUR-flat pallet/RER U	0,00146	p
Solid bleached board, SBB, at plant/RER U	0,0000994	kg
Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER U	0,00169	kg
Polypropylene, granulate, at plant/RER U	0,00358	kg
ESU 2008 Electricity, medium voltage, at grid/ES U perdidas	1,1601	kWh
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER U	0	MJ
Heat, heavy fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U	0	MJ
Packaging box production unit/RER/I U	0,00000000143	p
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,142	tkm

Este software, para calcular el impacto de la inyección de un material plástico tiene entre otros valores entradas relacionadas con materiales como el PVC o como el gas natural y el fueloil (para calefacción) que utiliza para interpolar valores de impacto para otros factores. En este caso, esos valores se hacen cero

Al resto de los valores se les modifica su valor de consumo eléctrico por el consumo real. Los resultados obtenidos para este proceso son:

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

Impact category	Unit	Injection moulding/RER U MAQUINA ZALUX 1000 Ton PC 2X36	Injection moulding/RER U Ecoinvent general
Total	Pt	5,39E-02	0,11033006
Carcinogens	Pt	0,004303254	2,98E-05
Resp. organics	Pt	1,52E-05	3,53E-05
Resp. inorganics	Pt	0,016936673	0,000513803
Climate change	Pt	5,68E-03	6,19E-04
Radiation	Pt	0,000288309	1,13E-03
Ozone layer	Pt	2,34E-06	1,60E-03
Ecotoxicity	Pt	0,000865099	2,06E-03
Acidification/ Eutrophication	Pt	0,000819835	1,27E-02
Land use	Pt	0,001418827	0,013757867
Minerals	Pt	0,000429368	2,69E-02
Fossil fuels	Pt	0,023131158	0,051059959

Fabricación de la carcasa: Fabricado en una prensa de termoconformado con un molde de dos cavidades.





## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

El consumo energético medido en la máquina es de 172.42 wh/kg de la prensa y 207.96 wh/kg de los atemperadores de molde (macho y hembra), por lo que el total de consumo eléctrico asciende a 380.388 wh /kg.

Los resultados de la medición son introducidos en el software "Simapro".

Known outputs to technosphere. Products and co-products				
Name	Amount			
Thermoforming, wo calendering/RER U final RAFA	1			
(Insert line here)				
Known outputs to technosphere. Avoided products				
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD
(Insert line here)				
Inputs				
Known inputs from nature (resources)				
Name	Sub-compartment	Amount	Unit	
Water, cooling, unspecified natural origin/m3	in water	0,102	m3	
(Insert line here)				
Known inputs from technosphere (materials/fuels)				
Name	Amount	Unit	Distribution	SD^2 or 2*SD Min
Lubricating oil, at plant/RER U	0,000618	kg	Lognormal	1,3
EUR-flat pallet/RER U	0,000453	p	Lognormal	1,3
Solid bleached board, SBB, at plant/RER U	0,00299	kg	Lognormal	1,3
Core board, at plant/RER U	0,00797	kg	Lognormal	1,3
Kraft paper, bleached, at plant/RER U	0,0281	kg	Lognormal	1,3
Polyethylene, LDPE, granulate, at plant/RER U	0,0318	kg	Undefined	
ESU 2008 Electricity, medium voltage, at grid/ES U perdidas	0,380388	kWh	Undefined	
Heat, natural gas, at industrial furnace >100kW/RER U	0,169	MJ	Lognormal	1,3
Heat, heavy fuel oil, at industrial furnace 1MW/RER U	0,222	MJ	Lognormal	1,3
Steam, for chemical processes, at plant/RER U	0,0851	kg	Lognormal	1,3
Packaging box production unit/RER/I U	0,00000000143	p	Lognormal	3,1
Transport, lorry 3.5-16t, fleet average/RER U	0,0498	tkm	Lognormal	2,1

Dejando todos los valores que usa Simapro (base de datos Ecoinvent) y modificando el valor de consumo eléctrico por el real.

Impact category	Unit	Thermoforming, wo calendering/RER U final	Thermoforming, wo calendering/RER U Ecoinvent general
Total	Pt	0,042328451	0,046797875

Carcinogens	Pt	0,002359092	5,23E-03
Resp. organics	Pt	1,74E-05	1,82E-05
Resp. inorganics	Pt	0,01050393	1,21E-02
Climate change	Pt	0,004010407	0,004883507
Radiation	Pt	0,000115221	2,21E-04
Ozone layer	Pt	1,35E-06	1,27E-06
Ecotoxicity	Pt	0,000735691	0,001029802
Acidification/ Eutrophication	Pt	0,000477573	0,000499931
Land use	Pt	0,003436355	0,003461018
Minerals	Pt	0,000350179	0,000353679
Fossil fuels	Pt	0,020321279	0,018990341

#### 5.4.- OPTIMIZACIÓN DE MATERIALES

Por último, otro de los objetivos del diseñador mecánico es diseñar y desarrollar el molde prototipo, el molde final y las piezas fabricadas con el mínimo posible de recursos necesarios, manteniendo o mejorando los niveles de calidad del mismo. Dentro de esta estrategia cabe destacar las siguientes acciones:

1. Evitar el sobredimensionamiento del molde prototipo, del molde metálico y de las dimensiones de la pieza a obtener. En todos los casos se han reducido las dimensiones de espesores y el sobredimensionado de cada una de las partes integrantes de los moldes.
2. Disminuir el grosor de la pieza, compensando sus propiedades finales con ciertos refuerzos.

En lo que se refiere a este apartado, se han caracterizado todos los elementos hasta la profundidad que ha sido posible. Todos los elementos

## ANEXO V: OTRAS CONSIDERACIONES EN EL IMPACTO

marcados con una “E” son Elementos caracterizados a partir de los datos de materiales, procesos y transportes internos dentro de la empresa.

Por poner un ejemplo, en la caracterización de una reactancia, se han tenido en cuenta los materiales que la conforman (chapa, ferrita, cobre, acero, nylon, etc.), así como los procesos que son necesarios para su manufacturación (inyección, trabajo de los materiales metálicos, etc.)

Known outputs to technosphere. Products and co-products		
Name	Amount	
10 Reactancia 2x36	551	
(Insert line here)		
Known outputs to technosphere. Avoided products		
Name	Amount	
(Insert line here)		
Inputs		
Known inputs from nature (resources)		
Name	Sub-compartment	Amount
(Insert line here)		
Known inputs from technosphere (materials/fuels)		
Name	Amount	
Chapa pintada	51	
Ferrite, at plant/GLO U	410	
Copper, at regional storage/RER U	84	
Wire drawing, copper/RER U	84	
Steel product manufacturing, average metal working/RER U	461	
Injection moulding/RER U	6	
Nylon 6, glass-filled, at plant/RER U	6	
(Insert line here)		
Known inputs from technosphere (electricity/heat)		